
ZOOLOGY LIBRARY
UNIVERSITY OF TORONTO
3 1761 03659562 7

Vorschriften

für

die Entnahme und Untersuchung

von

Abwässern und Fischwässern

aufgestellt

von einer wissenschaftlichen Kommission

des

Deutschen Fischerei-Vereins

nebst Beiträgen zur Beurteilung unserer natürlichen Fischgewässer.

Mit 72 Abbildungen.

Zusammengestellt und redigiert, beziehungsweise verfasst von

Professor Dr. Curt Weigelt,
Vorsitzenden der Kommission.

Verlag des Deutschen Fischerei-Vereins.
Berlin W., Linkstrasse 11.
1900.


Druck von Adolf Gertz, Charlottenburg.

Inhalt.

Seite

Verzeichnis der Abbildungen.

Vorwort.

Die nachstehende Arbeit verdankt ihre Entstehung einer Anregung des Herrn Amtsgerichtsrates E. Adickes gelegentlich der Tagung des ersten Deutschen Fischereirates zu Berlin im November 1893. Der Unterzeichnete wurde mit der Ausführung der weiteren Schritte beauftragt und beim Zusammentritt der von dem Präsidium des Deutschen Fischerei-Vereins für den 19/20. März 1894 einberufenen wissenschaftlichen Kommission „zur Aufstellung von Vorschriften für die Entnahme und Untersuchung von Abwässern", nachdem der Vizepräsident des Vereins, Herr † Dr. Georg von Bunsen, die Erschienenen begrüsst und die Verhandlungen eröffnet hatte, mit dem Vorsitz betraut. Zur Teilnahme an den Beratungen waren eingetroffen die Herren Dr. W. Dröscher-Schwerin (Zoologe), † Prof. Dr. Joh. Frenzel-Friedrichshagen-Berlin (Zoologe), Prof. Dr. Br. Hofer-München (Zoologe), Prof. Dr F. Hulwa-Breslau (Chemiker), Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Jos. König-Münster (Chemiker), Prof. Dr O. Kirchner-Hohenheim-Stuttgart (Botaniker), Prof. Dr. H. Nitsche-Tharandt-Dresden (Zoologe), Prof. Dr. O. Saare-Berlin (Chemiker), Dr. A. Seligo-Königsberg (Zoologe), Prof. Dr. J. H. Vogel-Berlin (Chemiker), Prof. Dr. C. Weigelt-Berlin (Chemiker). Prof. Dr. W. Migula-Karlsruhe (Bakteriologe) war leider am Erscheinen verhindert.

In eingehenden Beratungen wurde zunächst die Aufgabe im allgemeinen besprochen und der Beschluss gefasst:

> Angesichts der bis dahin oft unzweckmässig und unzulänglich ausgeführten Probe-Entnahme und Untersuchung der Wässer,
>
> ferner in Anbetracht der unklaren und unbestimmten Anschauungen darüber, was unter „Fischwasser" zu verstehen ist,
>
> sowie endlich mit Rücksicht auf die vielfach widersprechenden Ansichten bei Beurteilung eines zu Fischerei-Zwecken dienenden Wassers

soll eine leicht fassliche, allgemein verständliche Schrift ausgearbeitet werden, welche Folgendes enthält:

1. eine Instruktion zur Probe-Entnahme für damit betraute Laien bei unerwartet eintretenden Fischschädigungen, bezw. bei fortdauernden Kontrollen, wenn Sachverständige nicht zur Stelle sein können;
2. eine Instruktion zur Probe-Entnahme für Sachverständige;
3. eine Anleitung für die Untersuchung der Wässer:

   a) allgemeine Beschaffenheit; b) chemischer Teil; c) mikroskopischer und bakteriologischer Teil; d) biologischer Teil; e) Methoden der Untersuchung;

4. Grundzüge für die richtige Beurteilung eines Fischwassers, sowie der untersuchten Wässer mit Bezug auf Wert und Bedeutung für das Fischleben.

Nach Festlegung der allgemeinen Grundsätze der geplanten Arbeit übernahmen die Herren Prof. Dr. König die Ausarbeitung von Vorschlägen für die chemische Untersuchung, Prof. Dr. Hofer jene des zoologischen Teils und Prof. Dr. Kirchner des botanischen Teils der Arbeit.

Die eingehenden Arbeiten sollten den speziellen Fachgenossen zugänglich gemacht werden.

Prof. Dr. König schickte sehr bald eine umfassende Ausarbeitung ein, welche vervielfältigt und versandt wurde, während bei den Biologen Schwierigkeiten hervortraten, die eine Verzögerung der Arbeit im Gefolge hatten.

Eine weitere Sitzung fand statt in München am 14 und 15. August 1895, an welcher Prof. Dr. Migula-Karlsruhe teilnahm, während die Herren König und Saare verhindert waren. Der mikrobiologische Teil war inzwischen durch die Beteiligten zwar rege gefördert worden, doch bei dem Fehlen jeder Arbeit über den Einfluss der Abwässer auf die mikroskopische Pflanzenwelt wurde vorerst beschlossen, hierin dadurch Wandel zu schaffen, dass solche Studien für die Kommission in Auftrag gegeben würden. Prof. Migula übernahm es, die Beeinflussung der höheren Flora in der Alb bei Karlsruhe, einem rasch fliessenden (Forellen-) Gewässer, zu studieren, während auf Vorschlag von Prof. Nitsche Herr Dr. Schorler-Dresden mit dem Studium der langsam fliessenden Gewässer der Elster und Luppe betraut wurde. Die letztere Arbeit ist veröffentlicht*), während Prof. Migula die Studien zwar ausführte, aber bis jetzt druckfertig nicht vorlegte. Ferner teilte Herr Dr. Seligo einige Resultate seiner Untersuchungen über den Einfluss gewisser Verunreinigungen auf die Uferfauna mit.

Es erschien erforderlich, die chemischen Methoden noch zu erweitern, welche Arbeit Prof. Dr. Hulwa übernahm unter dem Vorbehalt späterer Vorlage an die betheiligten Fachgenossen.

Eine weitere Versammlung tagte in Berlin am 22. und 23. April 1897. Herr Prof. König war an der Teilnahme leider verhindert; derselbe äusserte schriftlich Bedenken gegen einzelne Teile des chemischen Kapitels, deren Veranwortung er nicht tragen zu können meinte.

Da weitere Plenarsitzungen nicht mehr stattfinden konnten, übernahmen die Herren Hulwa und Saare mit dem Unterzeichneten die Schlussredaktion des chemischen Teils, sowie Hofer und Kirchner die des biologischen unter der Ermächtigung einen weiteren Bakteriologen zuzuziehen.

Seither wurde in Konferenzen und Korrespondenzen zwischen dem Unterzeichneten und den Herren Hulwa und Saare sowie zwischen den Herren Hofer und Kirchner die Arbeit weiter ausgebaut und die Clichés beschafft. Eine letzte Besprechung fand gelegentlich des Schweriner Fischereitages im August 1898 zwischen den Herren Hofer, Hulwa und dem Unterzeichneten statt, sowie in der Weihnachtszeit 1898 mit letzterem. In einer ferneren

*) Zeitschrift für Fischerei 1896.

Konferenz zwischen den Herren Hulwa, Saare und dem Unterzeichneten im Februar 1899, in welcher wesentlich der Hulwa-Weigeltsche Entwurf und die gegen denselben erhobenen Bedenken zur Besprechung gelangten, wurde die Notwendigkeit der Erweiterung der fertig gestellten Grundzüge des Verfassers empfunden: es erschien erwünscht, dieselben mit Beispielen zu versehen und dadurch zu einem Werke auszugestalten, welches sowohl eine kritische Uebersicht über das wichtige Gesamtgebiet böte, als auch eine rasche Orientierung über den vorhandenen Schatz an Beobachtungen und Erfahrungen in Sachen der Wasserverunreinigung und deren Verhütung ermögliche.

Die Redaktion war bestrebt den Text und besonders die Methoden der Kommissionsarbeit so kurz als möglich zu gestalten. Eine Ausnahme von dieser Regel macht der neue Tenax-Apparat.*) Seine Beschreibung danken wir seinem Erfinder Herrn Prof. Dr. Friedr. C. G. Müller-Brandenburg a. H. Die Ergebnisse einer neueren Arbeit mit diesem Apparat wurden, wo das angezeigt erschien, eingefügt.

Es stellt mithin die Fassung **A** 1—3 gewissermassen die Arbeit der Gesamtkommission dar, während den chemischen Teil neben dem Unterzeichneten die Herren Hulwa und Saare bearbeiteten, die Zusammenstellung der Methoden danken wir besonders dem Ersteren, wie derselbe auch sonst in eifriger Mitarbeit an dem Gesamtwerk der Kommission sich betheiligte; den biologischen Teil verfassten die Herren Hofer und Kirchner und den bakteriologischen Herr † Dr. A. Knorr-München. Die beiden Schlusskapitel entstammen der Feder des Unterzeichneten. Der in dem letzten Abschnitt (D) aufgenommene umgearbeitete „Revidierte Entwurf einer Verordnung über die Abführung von Schmutzstoffen in die Gewässer von F. Hulwa und C. Weigelt“ erfreut sich auch in dieser Form der Mitarbeit und Zustimmung von Prof. Dr. Hulwa. In einer neuesten Beratung im Februar d. J. wurde der Versuch einer Trennung der Anforderungen gemacht, welche im Interesse der Gewässer neuen Arbeitsstätten aufzuerlegen beziehungsweise der bestehenden Industrie vorzuschreiben wären, ohne dadurch eine

---

*) Der unter dem Kennworte „Tenax“ dem Deutschen Fischerei-Verein eingereichte und in der Folge preisgekrönte Apparat verdankt seine Entstehung einer Preisaufgabe, welche auf Antrag seines Generalsekretärs Prof. Dr. C. Weigelt der Deutsche Fischerei-Verein am 20. April 1894 verkündete. Die Preis-Aufgabe lautete: Gewünscht werden: Einfache, sichere und für alle Fälle verwendbare Methoden zur Bestimmung der Wassergase: Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff oder wenigstens der beiden ersten. Es wäre besonders erstrebenswerth, dass Apparat und Methode Anwendung und Ausführung auch ausserhalb eines chemischen Laboratoriums finden könnten, d. h. ohne die Hülfsmittel, welche der Chemiker in seinem Laboratorium zur Hand zu haben gewohnt ist. — Einlieferungstag 1. Juni 1895. Preis 800 Mk. Preisrichter: Prof. Prof. Dr. Dr. M. Fleischer-Berlin, J. König-Münster i. Westf., † F. Tiemann-Berlin, C. Weigelt-Berlin.

Vor Ablauf des Termins gingen 3 Arbeiten ein, welche indes nicht preiswürdig befunden wurden. — Unter Verlängerung der Frist bis zum 31. Dezember 1897 und unter Erhöhung des Preises auf 1500 Mk. lief dann der nachstehend (s. Seite 28) beschriebene Apparat ein, welchem einstimmig der Preis zugebilligt wurde.

An die Stelle des aus dem Preisgericht ausgeschiedenen Prof. Dr. M. Fleischer war Prof. Dr. N. Zuntz-Berlin getreten.

weitere Ausdehnung deutscher industrieller Arbeit zu gefährden oder den vorhandenen Arbeitsstätten unerschwingliche Opfer aufzuerlegen unter Berücksichtigung auch der Anforderungen der modernen Hygiene.

Dieses letzte Kapitel musste von C abgezweigt werden, weil bei den noch vielfach schwankenden Ansichten über die Grösse der Duldung einer Verunreinigung der Gewässer, als Folge unseres Kulturlebens, sowie über die Brauchbarkeit und Wirksamkeit dieser oder jener Reinigungsvorrichtung sich nicht wohl jetzt schon feststehende Grundsätze ableiten lassen, eher schon Ratschläge nach der subjektiven Auffassung des einzelnen Sachverständigen. In diesem Sinne und gleichzeitig als eine Vervollständigung des Voraufgehenden (C) ist das Schlusskapitel (D) aufzufassen.

Sehr gegen meinen Wunsch ist die erweiterte Arbeit hinausgewachsen weit über die beabsichtigte Ausdehnung. Leider liess sich aber trotz allen Bemühens das schliesslich Gewollte nicht kürzer fassen. Es sollte eine möglichst gedrängte kritische Bearbeitung gestaltet werden in thunlichster Vollständigkeit aller in Betracht kommenden Momente, einschliesslich der Missstände, welche eine mehr als zwanzigjährige Sachverständigenthätigkeit innerhalb unseres Gebietes mich gelehrt. Ich wollte namentlich für Verwaltungsbeamte und Richter eine brauchbare Uebersicht schaffen und auch der Industrie Anregungen bieten zu endlicher Abhülfe zu Nutz und Frommen der Fischerei.

Ob ich das erreichte, mögen meine Leser beurteilen; wenn dies mir aber gelang, dann wird mir auch wohl der Mehraufwand an Zeit und Raum seitens meiner Freunde und Leser verziehen werden.

Einer Änderung der ersten Beschlüsse der Kommission muss hier noch Erwähnung geschehen in Betreff der Instruktion für Laien. Nur bei Probenahmen für die chemische Untersuchung und allenfalls zur Erledigung biologischer Vorfragen kann eine Heranziehung von Laien Platz greifen.

Nach dieser Erkenntnis schrumpfte der erwähnte Teil sehr wesentlich zusammen. Das schliesslich hierfür übrig bleibende wurde auf Seite 7 f. im Druck durch einen starken Randstrich besonders kenntlich gemacht.

Es ist mir zum Schluss ein Bedürfnis, den Mitgliedern der Gesamtkommission für ihre Mithülfe verbindlichst zu danken, ganz besonders aber denen unter ihnen, welche in eifriger Mitarbeit das recht mühsame Werk gestalten halfen.

Weiter verfehle ich nicht, Herrn Professor B. Proskauer vom Königl. Institut für Infektionskrankheiten für seine in liebenswürdigster Weise bethätigte Hülfe, bei Beschaffung der erforderlichen Litteratur, meinen Dank auszusprechen, wie nicht minder für manchen kritischen Rat in praktisch-analytischer und hygienischer Beziehung.

Berlin W., Motzstr. 79.
10. März 1900.

C. Weigelt.

A. Probenahme.

I. Allgemeines.

Der richtige, das Endurteil begründende Ausfall einer Wasser-Analyse hängt zunächst von einer korrekten Probenahme ab.

Nun ist es allgemein und sattsam bekannt, mit welchen Mängeln die Probe-Entnahme der Wässer bis dahin in der Regel behaftet war, wie dieselbe meist unzulänglich ausgeführt und dadurch der ganze Aufbau einer Untersuchung erschwert wurde, und das Ganze hiernach an Beweiskraft verlor.

Obwohl es im allgemeinen zum Zweck gerichtlicher oder auf dem Verwaltungswege zu treffender Entscheidungen als unbedingt notwendig erscheinen muss, dass die Probenahme nur durch Sachverständige zu erfolgen hat, sowie dass zu demselben Zweck auch die Untersuchung der Proben von den Sachverständigen zum Teil an Ort und Stelle ausgeführt werden muss, so sind zur vorläufigen Orientierung auch durch andere Personen entnommene Proben brauchbar, wenn dieselben in geeigneter Weise gesammelt werden.

Es ist nicht gleichgültig, sondern vielmehr entscheidend für den Befund, in welcher Art, zu welcher Zeit, mit welchen Gefässen, in welcher Menge, an welchen Stellen des Baches, Flusses, Teiches u. s. w. das Wasser entnommen wird, insbesondere, ob aus der Mitte oder am Rande und in welcher Entfernung vom Ufer.

Die Entnahme der Wasserproben hat möglichst durch einen Sachverständigen oder unter dessen Aufsicht zu erfolgen und zwar in zureichender Menge, in vorschriftsmässig gereinigten Gefässen, an bestimmten massgebenden und event. verschiedenen Stellen, häufig während einiger Stunden in gewissen Pausen, und unter Umständen wiederholt in verschiedenen Zeiten während eines längeren Zeitraumes.

Die einmalige Entnahme von Wasserproben an einer beliebigen Stelle der Gewässer kann zumeist keine massgebende Grundlage für die Beurteilung einer durch die Untersuchung festzustellenden Schädlichkeit des Wassers abgeben.

Einzelne Untersuchungen geben oft nur ein einseitiges Resultat, welches abhängig ist von den obwaltenden Witterungsverhältnissen, von dem jeweiligen Wasserstande, von den augenblicklichen Betriebsverhältnissen einer als Quelle der Verunreinigung verdächtigen Anlage und dergl. m.

Für gerichtliche oder im Verwaltungswege erforderliche Untersuchungen können nur sachgemäss entnommene Proben massgebend sein.

Ueberall da, wo es sich namentlich im Prozesswege um Feststellung der in einem Gewässer vorhandenen Schädlichkeiten durch Probenahme und Untersuchung des betreffenden Wassers handelt, muss eine um so grössere Sorgfalt und Genauigkeit bei diesen Massnahmen beobachtet werden.

2. Ort und Zeit der Probenahme.

Für die Probenahmen sind zu unterscheiden:

a) Abwässer, b) Fischwässer.

Die Proben sind an der Stelle des beobachteten Fischschadens zu entnehmen.

Die entnommene Probe soll einem richtigen Durchschnitt des betreffenden Wassers entsprechen und zwar bei Abwässern sowohl als auch bei Fischwässern.

a) Abwässer:

1. Das Abwasser fliesst beständig mit derselben Beschaffenheit ab. — In diesem Falle kann die Probe zu einer beliebigen Zeit des Tages oder der Nacht entnommen werden.
2. Das Abwasser fliesst zwar beständig, aber mit ungleicher Beschaffenheit ab. — Dann hat der Sachverständige, den Umständen entsprechend, zu verschiedenen Zeiten des Tages bezw. der Nacht Proben zu entnehmen.
3. Das Abwasser fliesst nur während einer gewissen Zeit des Tages oder der Nacht gewissermassen stossweise ab. — In diesem Falle ist die Probe während der Zeit zu entnehmen, wo das Abwasser abgelassen wird.
4. Wenn es sich darum handelt, gleichzeitig eine Abwasserreinigungs-Anlage zu kontrollieren, bezw. die Wirkung eines Reinigungs-Verfahrens, sei es mechanische Abklärung, oder chemische Fällung oder Berieselung, festzustellen, so ist für die Entnahme der Durchschnittsprobe, wenn irgend möglich, die Zeitdauer zu berücksichtigen, welche das Wasser braucht, um die Anlage zu passieren, damit die Probe des gereinigten derjenigen des in die Anlage einfliessenden Wassers entspricht.

b) Fischwasser.

1. Teiche und Seen.

Es ist zunächst zu konstatieren, ob das Gewässer Zulauf und Ablauf hat oder nicht, und welcher Art und Beschaffenheit dieselben sind. — Die Probenahme hat stattzufinden aus den etwaigen Zuflüssen und Abflüssen, sowie ausserdem an verschiedenen Stellen und Tiefen des stehenden Gewässers, deren Wahl dem Sachverständigen je nach den örtlichen Verhältnissen überlassen werden muss.

Zu berücksichtigen ist unter Umständen auch der Schlamm. Eine Probe desselben ist aber gesondert zu entnehmen.

2. Flussläufe, Bäche und Gräben.

Bei der Probe-Entnahme muss man darauf achten, ob der Fluss etc. Abwässer irgend welcher Art oder Nebenflüsse und Bäche aufnimmt. — Es sind dann Proben zu entnehmen:

1. an der Einmündungsstelle eines jeden nach Ansicht des Sachverständigen die Beschaffenheit des Gewässers beeinflussenden Zulaufes;
2. oberhalb der Einmündungsstelle desselben und zwar thunlichst nahe derselben, jedoch nicht so nahe, dass infolge Rückstaues bereits eine teilweise Vermischung mit dem betreffenden Abwasser stattfinden konnte;
3. unterhalb der Einmündungsstelle und zwar soweit unterhalb, dass eine gleichmässige Vermischung des Zuflusses mit dem Flusswasser von dem Sachverständigen angenommen werden kann.

Auf alle Fälle empfiehlt es sich:

Proben in der Nähe der beiden Ufer und aus der Mitte des Flusslaufes und wo möglich an der Oberfläche und aus tieferen Wasserschichten an den verschiedenen Stellen mit geeigneten Schöpfvorrichtungen*) zu entnehmen.

3. Ausführung der Probenahme.**)

A. Probenahme für die chemische Untersuchung.

Als Gefässe für die Probenahmen sind sorgsam gereinigte, am besten neue Glasflaschen mit Glasstopfen (erhältlich in jeder Apotheke oder Drogerie, ferner in den Handlungen chemischer und physikalischer Apparate und Gerätschaften) oder gut gereinigte Selters- bezw. Sodawasserflaschen mit Patentverschluss zu empfehlen.

Die Menge des zu entnehmenden Wassers soll mindestens 1 Liter, zweckmässig aber 2—4 Liter von jeder Probe betragen.

Bei der Probenahme ist die Flasche mindestens 3 mal mit dem Wasser auszuspülen, von dem nachher eingefüllt werden soll. — Das Spülicht darf nicht in das Wasser an der Schöpfstelle zurückgegossen werden. Die Flasche ist beim Schöpfen am Halse anzufassen; ebenso eventl. der Glasstopfen nur am Griff, damit das einzufüllende Wasser nicht mit der Hand in Berührung kommt.

Zum Schöpfen und Einfüllen des Wassers in die Flaschen kann man sich auch eines anderen gut gereinigten Glasgefässes an einer passend langen Schnur, eines Lederriemens, eines Drahtes oder einer anderen entsprechenden Vorrichtung bedienen.

Es ist ferner wünschenswert, dass die verschiedenen Proben einer Untersuchungsreihe thunlichst gleichzeitig entnommen werden.

Jede Flasche ist mit einer dauerhaft befestigten Bezeichnung zu ver-

---

*) Vergleiche auch die Lehrbücher von Ferd. Fischer, Das Wasser, II. Aufl.; Jos. König, Die Verunreinigung der Gewässer; W. Ohlmüller, Die Untersuchung der Gewässer, II. Aufl.

**) Die durch den Randstrich ausgezeichneten Teile des Textes gelten als Vorschriften zur Probenahme für Laien.

sehen, worin die Art des Wassers, der Ort der Entnahme sowie Datum und Stunde des Probenehmens genau angegeben wird.

Glasflaschen und Glasstopfen sind mit Pergamentpapier gut zu verbinden und dann am zweckmässigsten mit amtlichem Siegel zu verschliessen.

Für die spätere quantitative Bestimmung im Laboratorium sind zu binden:

Sauerstoff nach der Methode von Winkler oder Fried. C. G. Müller (vergl. S. 30);

Kohlensäure durch Zusatz von klarem Kalkwasser;

Schwefelwasserstoff durch Zusatz von Cadmiumchlorid oder arsenigsaurem Natrium und Alkali;

Chlor durch Silberlösung;

Schweflige Säure (vergl. S. 18);

Ammoniak (vergl. S. 13).

Unter Umständen — besonders bei Verunreinigungen durch Metallverbindungen — giebt der Schlamm oder der auf Steinen oder Pflanzen haftende Ueberzug Aufschluss über die Ursache und Quelle der Schädigung.

Es ist ferner auch wünschenswert, dass der chemische Sachverständige, soweit seine Kenntnisse dafür ausreichen, sich bemüht, an Ort und Stelle den mikroskopischen Befund des Wassers festzustellen, sowie die bakteriologische Untersuchung vorzubereiten. — Die genaue Anleitung für diese Massnahmen ist in den Vorschriften für biologische Sachverständige zu ersehen.

B. Probenahme für die biologische Untersuchung.

Es gelten hierfür wesentlich dieselben Vorschriften, welche oben bereits gegeben wurden, nur muss noch besonders hervorgehoben werden, dass benutzte Bier- oder Weinflaschen hierzu unbrauchbar sind.

Für jede Untersuchung sind mindestens 2 Proben erforderlich, nämlich:

a) Eine Wasserprobe mit den im Wasser lebenden kleinen Tieren und Pflanzen. Für diese Probe ist ein ca. 1 l haltendes Glas mit weiter Mündung und gutem Kork- oder Schraubenverschluss (Einmacheglas) am Ufer zu $^3/_4$ mit Wasser zu füllen und in demselben mehrere (10—20) Exemplare von den im Wasser vorhandenen Pflanzen mehrfach abzuspülen und abzustreifen, um die daran befindlichen Organismen zu sammeln. Einige wenige Pflanzen werden schliesslich dem Glase einverleibt. Ebenso sind die verschiedenartig gefärbten Ueberzüge, Anflüge etc., welche sich auf den im Wasser liegenden Steinen, Holzteilen und Pflanzen etc. vorfinden, abzukratzen oder mitsamt der Unterlage, wenn diese nicht zu gross oder schwer ist, in das Sammelgefäss zu werfen. Etwa auf der Oberfläche des Wassers schwimmende Flocken, Watten, Fladen und dergl., sowie leicht zu sammelnde Tiere, wie Schnecken, Muscheln, Insektenlarven u. a., sind gleichfalls in das Glas einzusetzen. Besteht keine Sicherheit, dass das Gefäss mit der Probe innerhalb von etwa 24 Stunden in die Hände des Untersuchenden gelangen kann, so ist es zweck-

mässiger, den ganzen Inhalt zu konservieren, indem man denselben sofort in ein doppelt so grosses Glas überfüllt, in welchem sich ungefähr $^3/_4$ Liter einer Lösung von 1 % Formalin oder von concentrierter Pikrinsäure mit 2 % Essigsäure*) befindet.

b) Eine Bodenprobe. Dieselbe ist in der Weise zu gewinnen, dass der Schlamm oder Sand vom Grunde am Ufer gesammelt und in ein Glas von $^1/_4$—$^1/_2$ Liter Inhalt gebracht wird, welches zu $^3/_4$ mit Wasser aufzufüllen ist.

c) Aus grösseren Gewässern wird zweckmässig noch eine dritte Probe entnommen, welche mit Hilfe eines feinmaschigen Gazenetzchens (ev. Planktonnetz) zu gewinnen ist. Das Netzchen ist wiederholt (5—10 Mal) zum Zwecke des Fanges der Tiere langsam durch das Wasser zu ziehen und sein Inhalt in ein Glas mit weiter Oeffnung überzuspülen.

C. Probenahme für die bakteriologische Untersuchung.

Soll auch eine bakteriologische Untersuchung des Wassers vorgenommen werden, so ist zu diesem Zweck eine besondere Wasserprobe in folgender Weise zu entnehmen:

Stöpselflaschen von ca. 100 cc Inhalt werden mit einer Sublimatlösung von 1 pro Mille ausgespült, ebenso der Stöpsel abgespült, zugestöpselt und mit einer Gummikappe verschlossen. Erst am Ort der Entnahme werden die Flaschen geöffnet, Flasche und Stöpsel sind darauf mehrmals gründlich mit Wasser von derselben Stelle aus- resp. abzuspülen, von welcher die Probe entnommen werden soll. Hierauf wird die Flasche vollständig gefüllt, zugestöpselt und mit der Gummikappe verschlossen. Dabei ist darauf zu achten, dass man bei der Füllung der Flasche nicht mit den Fingern in den Flaschenhals hineinlangt oder den in diesen passenden Teil des Stöpsels berührt, damit keine Bakterien in das Wasser gelangen, die demselben ursprünglich fremd sind. In jeder Apotheke wird die Herrichtung der Gefässe ausgeführt.



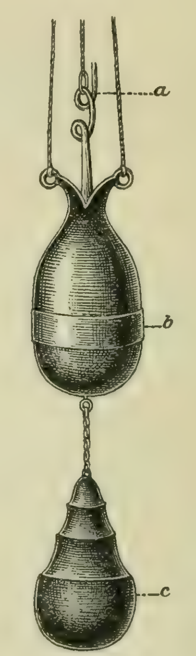
Figur 1. (nat. Gr.)

Besonders gut eignen sich zur Probenahme und nachfolgenden Versendung sogenannte Flügge'sche Glaskugeln: Figur 1. Dieselben haben etwa $1^1/_2$ cm Durchmesser und sind mit einem etwa 10—15 cm langen, nach oben zu sehr dünn ausgezogenen Hals versehen. Nachdem man durch leichtes Erwärmen der Kugel destilliertes Wasser etwa bis zur Hälfte des Kugelinhalts eingesogen hat, wird diese mit schräg nach oben gerichtetem Glasrohr auf einem Drahtnetz erhitzt. Das Wasser verdampft, wobei die etwa mitgerissenen Wassertropfen am Herablaufen durch Fliesspapier gehindert werden. Ist das Wasser bis auf eine geringe Spur aus der Kugel entwichen, so wird das dünne Glasrohr bei a zugeschmolzen. Die

*) Das Formalin ist in jeder Apotheke zu erhalten. Zum Gebrauch werden 3 Teile des käuflichen Formols mit 100 Teilen destillierten Wassers gemischt. Ebenso ist auch die Pikrinessigsäure daselbst erhältlich.

Kugel ist nun im Innern steril und enthält verdünnte Luft. Vor der Probenentnahme wird die Aussenfläche, wie oben, gereinigt. Bricht man nun mitten in dem zu prüfenden Wasser die Spitze des Glasrohres ab, so strömt das Wasser in den luftverdünnten Raum und füllt die Kugel. Diese wird dann bei b wieder zugeschmolzen und kann nun verschickt werden. Bei Untersuchung der Probe wird die Kugel mittelst einer Feile bei c, wo das Glasrohr weit genug sein muss, um die Einführung einer Pipette zu gestatten, wieder geöffnet.

Bei Probenahmen aus der Tiefe bedient man sich einer ähnlich präparierten Kugel, bei der aber das Glasrohr in mehrere Schlingen gebogen ist: Figur 2. Die Kugel wird in einen mit Gewicht (c) beschwerten Behälter (b) gesetzt und in das Wasser gesenkt. Ist die gewünschte Tiefe erreicht, so wird durch einen an einer der Glasschlingen befestigten Bindfaden (a) das Glasrohr abgerissen und das Gefäss geöffnet. Die weitere Behandlung ist gleich der oben beschriebenen.



Figur 2.

Am besten folgt der Probe-Entnahme sogleich an Ort und Stelle die weitere Verarbeitung in der später zu besprechenden Weise. Dazu ist von B. Proskauer ein leicht transportabler Kasten construiert worden, der das Nötige enthält: Figur 3.

Kann aber die Verarbeitung der Proben nicht sogleich geschehen, so müssen diese bis zur Untersuchung kalt (unter 5° Celsius) gehalten werden, da sonst die im Wasser vorhandenen Bakterien eine nachträgliche Veränderung nach Menge und Verhältnis der einzelnen Arten zu einander eingehen. Die Versendung der Proben muss also in Eisverpackung vorgenommen werden.

Figur 3.

Derselbe ist bei Lautenschläger in Berlin N. Oranienburgerstr. 54 zu haben und enthält 4 sterile Erlenmeyersche Kölbchen zur Wasserentnahme, 1 Thermometer, 1 Spirituslampe, 12 sterile Petrische Doppelschalen in 2 runden Blechbüchsen, 12 Reagensgläser mit Gelatine, 15 sterile Pipetten in 3 Röhren, 1 zusammenlegbaren Dreifuss, Handtuch u. dergl.

D. Verpackung und Versendung der Proben.

Die Proben kommen geschieden in die Fächer einer geeigneten Kiste, eines Behälters u. s. w., welche sofort wieder, wenn irgend angängig, in Gegenwart von Zeugen mit einem amtlichen Siegel derartig zu verschliessen sind, dass eine Beschädigung des Siegels auf dem Transport nicht stattfinden kann.

Fertige, zweckentsprechende Probe-Kisten bezw. Behälter müssten mindestens auf jeder Gewerbeinspektionsstelle vorrätig gehalten werden; die Reinigung der Flaschen kann eventl. jeder Apotheker bewerkstelligen.

Unmittelbar nach der Entnahme muss die Probe bezw. der Probebehälter mit dem nächsten zu Gebote stehenden Beförderungsmittel dem untersuchenden Sachverständigen zugestellt werden. Falls ein solcher Sachverständiger dem Absender noch nicht bekannt ist, so erfährt er dessen Adresse bei dem zuständigen Landratsamte (Bezirksamt, Oberamt, Kreisdirektion, Amtshauptmannschaft, Gewerbeinspektion; in Städten bei den zuständigen Polizeibehörden).

Ausserdem muss der Sachverständige auch brieflich von der Sendung benachrichtigt werden und zwar unter Beigabe einer eingehenden Schilderung aller glaubwürdigen Wahrnehmungen über den in Rede stehenden Fall, über die näheren Umstände der Probenahme, — die Namen des Probenehmers und der Zeugen: — Tag und Stunde, in welcher ein Fischschaden beobachtet worden ist und den Zeitpunkt der Probenahme unter Beifügung eines Abdruckes der zum Verschluss der Flaschen und des Behälters verwendeten Siegel.

E. Fernere Beobachtungen an Ort und Stelle.

Für die spätere richtige Beurteilung einer Schädigung des Fischbestandes bezw. der Intensität einer Verunreinigung erscheint es dringend empfehlenswert und erwünscht, bei der Probenahme zu ermitteln, welche Wassermengen der Bach, Fluss, Teich oder See mit sich führt, bezw. enthält; — ferner wie gross bei Seen oder Teichen die Mengen des zu- und abfliessenden Wassers sind; — endlich in welchem Verhältnis die Mengen der Zuflüsse zu denjenigen des Wasserstandes des Hauptgewässers stehen, also den Faktor der Verdünnung.

Zur Feststellung der Wassermengen im Zufluss einerseits und des Hauptgewässers andererseits empfiehlt es sich unter allen Umständen, einen mit solchen Messungen vertrauten Hydrotechniker hinzuzuziehen.

Ferner hat man zu beobachten, ob nicht durch natürliche Vorgänge, z. B. Fischkrankheiten, bei Frost und Winterkälte, durch vollständigen Abschluss der Luft (Fehlen von Eislöchern oder Wuhnen), ein Fischsterben erklärt werden kann.

Endlich ist es dringend zu empfehlen, dass sich der Sachverständige — sofern er mit dem Gange der betreffenden Fabrikation nicht schon vollständig vertraut ist — so eingehend, als ihm das möglich ist, über denselben unterrichtet, da er daraus manche bedeutsamen Punkte für die Ausführung der Untersuchung und die Beurteilung der Resultate schöpfen kann.

B. Untersuchung der Proben.

I. Chemische Untersuchung.

In Nachstehendem sind alle möglicherweise in Betracht kommenden Methoden für qualitative Prüfung und quantitative Bestimmungen zur handlichen Benutzung für den sachverständigen Chemiker zusammengestellt.

Die chemische Untersuchung soll auf die Beschaffenheit und lediglich auf diejenigen Bestandteile des Wassers gerichtet werden, welche für die Schädigung des Fischbestandes in Betracht kommen können. Dies muss der Sachverständige nach sorgsamer Ermittelung und Beachtung der einschlägigen Verhältnisse und der Wahrnehmungen der Geschädigten bezw. der Vorprüfung an Ort und Stelle zu beurteilen wissen. Ueberflüssige Bestimmungen, welche für das Gutachten nicht in Betracht kommen können, sind zu vermeiden, da anderenfalls unnötiger Weise Kosten entstehen.

Die entnommenen Proben sind gesondert zu untersuchen, ausserdem empfiehlt es sich unter Umständen und je nach den obwaltenden Verhälthältnissen, ein Gemisch derselben herzustellen und dies zu untersuchen, da es beispielsweise bekannt ist, dass in manchen Fällen verschiedene Abflüsse sich gegenseitig beeinflussen bezw. umsetzen.

Die Untersuchung des Wassers zerfällt:

1. in eine Vorprüfung an Ort und Stelle,
2. in eine eingehende Analyse im Laboratorium.

a) Vorprüfungen an Ort und Stelle.

Als solche sind zu erachten:

1. Das Aussehen des Wassers, ob hell und klar, oder ob gefärbt, getrübt und wie? (Art der Färbung und Stärke der Trübung.)

   Ein Wasser gilt als klar, wenn man durch eine 30 cm hohe Schicht desselben gewöhnliche Druckschrift noch deutlich lesen kann. Zu dieser Prüfung werden ca. 35 cm hohe Cylinder — Marke bei 30 cm — von 2,5 cm lichter Weite und flachem Boden verwendet.

   Hierbei lassen sich auch schwache Färbungen leicht feststellen. Durch Beigabe einiger Tropfen verdünnter Salzsäure etc. kann vielfach ein Schluss auf die Natur der die Abwässer trübenden Sinkstoffe gewonnen werden.

2. Der Geruch: ob nach Schwefelwasserstoff — Schwefliger Säure — freiem Chlor — Buttersäure — Ammoniak etc., oder ob charakteristisch für irgend ein gewerbliches Abwasser (z. B. Rübengeruch).

3. Die Reaktion: ob neutral, sauer oder alkalisch; dies ist mittelst neutralen Lakmuspapiers, oder durch Zusatz neutraler Lakmuslösung in einer besonderen Probe des Wassers festzustellen.

4. Die Temperatur ist je nach den obwaltenden Verhältnissen an verschiedenen Stellen bezw. Tiefen des Wassers mittelst eines Maximal- und Minimal-, eines Näpfchen- oder Büschel-Thermometers zu ermitteln.
5. Die freien Gase und Säuren:

   Eine Bestimmung derselben ist mehr, als bisher üblich vorzunehmen, — entweder geschieht dieselbe an Ort und Stelle, wenn der Sachverständige mit dem dazu Erforderlichen ausgerüstet ist, oder die Gase und flüchtigen Säuren werden so gebunden, dass ihre Mengenverhältnisse auf dem Transport keine Veränderung mehr erleiden (vergl. S. 8).

Es empfiehlt sich an Ort und Stelle nachzuweisen:

qualitativ: Schwefelwasserstoff mit Bleipapier;
Kohlensäure mit Kalkwasser;
freies Chlor mit Jodkaliumstärkekleister;
Ammoniak bezw. Ammoniaksalze durch Nessler's Reagens;
Salpetrige Säure mittelst Metaphenylendiamin;
Salpetersäure mit Diphenylamin und Schwefelsäure;

quantitativ: freies Chlor mittelst arseniger Säure, Thiosulfat, Jodkalium und Jodlösung;
Sauerstoff und Stickstoff mit dem Tenax-Apparate, s. diesen S. 218.

Bei stark faulenden Abwässern empfiehlt sich ein Konservieren des Abwassers für gewisse Bestimmungen mit Chloroform, beziehungsweise das Versetzen von Sonderproben mit verdünnter Schwefelsäure, um einem Ammoniakverluste vorzubeugen.

b) Die chemische Untersuchung im Laboratorium.

Bei der eingehenden chemischen Untersuchung im Laboratorium sind vorab folgende Punkte zu beobachten:

Die Untersuchung muss thunlichst bald nach der Probenahme beginnen und falls mehrere Proben in derselben Sache vorliegen, so sollen die gleichartigen Einzelbestimmungen thunlichst gleichzeitig vorgenommen werden, damit eine Zersetzung der Wässer nicht eintritt, beziehungsweise eine für die Vergleichbarkeit notwendige, annähernd gleichmässig vorgeschrittene Veränderung angenommen werden kann. — Ist aber unter besonderen Umständen eine Aufbewahrung unvermeidlich, so sind die Wasserproben im Eisschrank bezw. bei niedriger Temperatur oder durch Chloroform oder Schwefelsäure zu konservieren.

Die in Vorstehendem empfohlenen Vorprüfungen sind zu wiederholen bezw. zu kontrollieren, wobei auf eventl. eingetretene Veränderungen (Bildung von Schwefelwasserstoff, salpetriger Säure oder Salpetersäure etc.) zu achten ist. —

Was den Geruch betrifft, so tritt derselbe häufig erst durch Erwärmen

auf 40—50° C. oder nach dem Umschwenken einer Probe des Wassers in einem grösseren Becherglase deutlich hervor.

Unter Umständen empfiehlt es sich ferner, die Farbe des filtrierten Wassers und deren Veränderlichkeit (z. B. ursprüngliches Vorhandensein von Eisenoxydulsalzen — Trübwerden und Absetzen gelber Flocken bei längerem Stehen an der Luft) zu verfolgen, — sowie zu beachten, ob das Wasser überhaupt klar filtrierbar ist, — ob und innerhalb welcher Zeit die Schwebestoffe sich absetzen.

Die weitere Untersuchung wird sich je nach der Natur der Abwässer bezw. Fischwässer zu erstrecken haben auf:

1. die Schwebestoffe,
2. Gesamtrückstand und Glührückstand, bezw. Glühverlust,
3. organische Substanzen a) Permanganatmethode,
   b) Oxydation mittelst Chromsäure,
4. Alkalität und Acidität,
5. freie Säuren,
6. Schweflige Säure und ihre Salze,
7. Chlor a) freies bezw. unterchlorige Säure (Hypochlorite),
   b) gebundenes (Chloride);
8. Schwefelwasserstoff und Sulfide,
9. Mineralstoffe, giftige Metallverbindungen einschliesslich Thonerde und Eisenverbindungen,
10. Ammoniak,
11. Gesamt-Stickstoff ausschliesslich Nitrite und Nitrate. Albuminoïd-Ammoniak bezw. nicht flüchtige organische Stickstoffverbindungen,
12. salpetrige Säure,
13. Salpetersäure,
14. Kohlensäure a) Gesamt-Kohlensäure,
    b) freie Kohlensäure,
    c) fest gebundene Kohlensäure,
    d) freie und halbgebundene Kohlensäure,
15. Sauerstoff und Stickstoff,
16. Zucker, Stärke,
17. unzersetzte Eiweissverbindungen,
18. Harnstoff,
19. Fäkalien und Verwesungsprodukte,
20. Haltbarkeit der Abwässer und Gährversuche.

Von den vorstehenden Beobachtungen und Untersuchungen müssen unter allen Umständen die nachfolgenden vorgenommen werden:

1. Aeussere Beschaffenheit (Farbe, Klarheit, Geruch, vergl. S. 12),
2. Reaktion (sauer, alkalisch),
3. Gesamt- und Glührückstand, bezw. Glühverlust,
4. Organische Substanz (Permanganat),
5. Giftige Gase (Chlor, schweflige Säure, Schwefelwasserstoff, Ammoniak),

6. Giftige Metallsalze (Schwermetalle, einschl. Eisen- und Thonerdesalze, lösliche Schwefelmetalle).

Dies gilt besonders für Proben, welche dem Untersuchenden eingeschickt worden sind, ohne dass er Kenntnis der Verdachtsmomente oder der örtlichen Verhältnisse erhalten hat.

Bei Entnahme von Wasserproben durch den Untersucher oder einen beauftragten Sachverständigen ist ausser den obigen Beobachtungen und Untersuchungen die quantitative Bestimmung von Sauerstoff und Kohlensäure unerlässlich.

Bei Abwässern und Betrieben, welche fäulnisfähige organische Substanzen auswerfen, erscheint, namentlich im hygienischen Interesse, die Berücksichtigung der einzelnen oben erwähnten Stickstoffverbindungen (10—13 und 17—20) dringend wünschenswert.

Endlich ist es erforderlich, dem Gutachten vorauszuschicken, dass den hier hervorgehobenen Anforderungen entsprochen wurde unter Mitteilung der Befunde und der zur Anwendung gekommenen Methoden.

1. Bestimmung der anorganischen und organischen Schwebestoffe.

Das getrübte Aussehen, bezw. die Schwebestoffe eines Wassers werden meist für schädlicher angesehen, als sie in Wirklichkeit sind, trotzdem können sie unter Umständen eine Schädigung bewirken, wie auch andererseits die in manchen Abwässern schwebenden Stoffe, beispielsweise Zellfasern, Kohlen- und Mineralschlamm etc., (siehe S. 39) ein Absterben der Fische zu veranlassen vermögen.

Immerhin muss daher Menge und Art der Schwebestoffe genau durch eine Untersuchung festgestellt werden, zu welchem Zwecke man ein bestimmtes Volumen des Wassers durch ein trockenes Papierfilter filtriert, den Filterrückstand wägt und denselben chemisch und mikroskopisch auf seine Bestandteile untersucht.

Vielfach erscheint es empfehlenswert, den Gehalt an Schwebestoffen aus der Differenz der Gesamtrückstände unfiltrierten und filtrierten Wassers zu bestimmen und zwar besonders, wenn, wie häufig, das Schmutzwasser schwer filtriert. Es kann dann dasselbe schon während des Filtrierens eine Veränderung erleiden, welche das Resultat beeinträchtigt. In diesem Falle empfiehlt es sich, folgendes Verfahren anzuwenden: Ein Teil des gut durchgeschüttelten Wassers wird durch ein trockenes Faltenfilter filtriert bezw. durch ein gehärtetes Filter abgesaugt und je 250 cc des unfiltrierten und filtrierten Wassers auf dem Wasserbade eingetrocknet, 4—5 Stunden bei 120° C. getrocknet, gewogen und aus der Differenz der Gehalt an Schwebestoffen berechnet. Vergl. ferner Glührückstand.

Falls ein freien Kalk enthaltendes, gereinigtes Abwasser vorliegt, so leitet man erst überschüssige Kohlensäure ein und verfährt wie gewöhnlich, die dem freien Kalk entsprechende Menge Kohlensäure bringt man vom Gesamtrückstand in Abzug.

2. Gesamtrückstand, Glührückstand und Glühverlust.

250 cc bis 500 cc des Wassers werden in einer Platinschale auf dem Wasserbade eingedampft und dann bei 120° C. (wurden höhere Temperaturen

angewandt, so ist dies zu bemerken) bis zu gleichmässigem Gewicht getrocknet, was nach 4 bis 5 Stunden etwa eintritt, und nach dem Erkalten im Exsiccator gewogen.

Der erhaltene Rückstand wird nicht über Rotglut so lange erhitzt, bis er weiss gebrannt ist. Nach dem Erkalten wird mit kohlensäuregesättigtem destilliertem Wasser eventuell mehrfach angefeuchtet, auf dem Wasserbade eingetrocknet und bei ganz geringer Flamme erhitzt, abgekühlt und gewogen.

Der Unterschied zwischen beiden Wägungen, zusammengehalten mit der mehr oder weniger starken Bräunung bezw. Schwarzfärbung beim ersten Abglühen, lässt bis zu einem gewissen Grade auf den Gehalt an organischer Substanz schliessen.*)

3. Organische Substanzen.

a) Oxydierbarkeit: Verbrauch von Chamäleon.

Die durch übermangansaures Kalium zu oxydierenden Stoffe werden zweckmässig im unfiltrierten und filtrierten Wasser bestimmt, da diese Untersuchung auch über die Natur der Schwebestoffe Auskunft geben kann.

Wässer, welche beispielsweise über 20 cc Chamäleon verbrauchen, sind entsprechend zu verdünnen. Die Bestimmung hat nach Kubel-Tiemann in saurer Lösung bei 10 Minuten Kochdauer zu erfolgen. Frisch über Kaliumpermanganat destilliertes Wasser dient als Gegenprobe.

Man verdünnt je nach der Menge der organischen Substanz 25 cc oder 100 cc des filtrierten Abwassers auf 1000 cc und nimmt hiervon entweder 25 oder 50 cc etc., so dass die Flüssigkeit beim Kochen mit 20 cc $^1/_{100}$ Chamaeleonlösung noch gerötet bleibt. Aus der verbrauchten Menge Chamaeleon wird, da hier ausser organischen Stoffen auch Schwefelverbindungen, Eisenoxydul, Nitrite etc. oxydiert werden, die zur Oxydation erforderliche Menge Chamaeleon oder Sauerstoff berechnet. 10 cc $^1/_{100}$ Normal-Chamaeleon (entsprechend 10 cc $^1/_{100}$ Normal-Oxalsäure) = 3,16 mg $KMnO_4$ oder 0,8 mg Sauerstoff.

b) Oxydation des organischen Kohlenstoffs mittelst Chromsäure.

Diese Bestimmung nach P. Degener bezieht sich vornehmlich auf die beim Eindampfen des Wassers nicht flüchtigen Kohlenstoffverbindungen, giebt daher nicht den gesamten organischen Kohlenstoff an, weil ein Teil der organischen Stoffe beim Eindampfen des Wassers sich verflüchtigt.

Je nach dem Gehalt des Wassers an organischen Stoffen werden 100 bis 1000 cc des filtrierten Wassers auf 20—30 cc eingedunstet, nachdem der etwa vorhandene freie Kalk vorher an Kohlensäure gebunden wurde. Den Rückstand bringt man in einen Kolben, setzt etwas verdünnte Schwefelsäure hinzu und erwärmt vorsichtig unter Umschwenken. Alsdann wird die Luft in dem Kolben mehrere Male zur gänzlichen Entfernung der Kohlensäure ausgesaugt, das Ganze erkalten gelassen und mit etwa 10 gr gepulvertem, saurem chromsaurem Kalium oder 5 gr Chromsäure versetzt.

Man verschliesst den Kolben in derselben Weise, wie bei Bodenuntersuchungen

---

*) Aus dem Geruch der beim Glühen entweichenden Gase und Dämpfe lassen sich nicht selten Schlüsse auf die Natur der Substanzen im Trockenrückstand ziehen.

mit einem doppelt durchbohrten Pfropfen, durch dessen eine Oeffnung ein Trichterrohr bis auf den Boden der Flasche geht, dessen andere Oeffnung ein Gasableitungsrohr führt, welches zunächst mit 2 U-förmigen Chlorcalciumröhrchen und daran anschliessend mit einem Kaliapparat in Verbindung steht. Nach Herstellung des Verschlusses setzt man durch das Trichterrohr ein Gemisch von 30 cc conc. Schwefelsäure und 20 cc. Wasser zu, schliesst den Hahn des Trichterrohres und erwärmt 2—3 Stunden bei 40—50 ° C., d. h. so lange, bis die Entwickelung sehr kleiner Gasblasen aufgehört hat, und die Oberfläche der dunkelgrünen bis grüngelben Flüssigkeit spiegelglatt erscheint. Darauf erwärmt man etwa 20 Minuten auf 90—95 ° C., zuletzt einige Minuten zum Sieden, und leitet weiter etwa 15 Minuten kohlensäurefreie Luft durch. Die Gewichtszunahme des Kaliapparats giebt die Menge der aus organischen Stoffen gebildeten Kohlensäure und diese mit 0,2777 multipliziert den organisch gebundenen Kohlenstoff.

4. Alkalität und Acidität.

Zur Bestimmung der durch freien Kalk, freies Ammoniak u. s. w. bedingten Alkalität titriert man 200 cc mit $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure unter Anwendung von empfindlicher Lakmuslösung, Rosolsäure oder Congorot als Indikator (event. Tüpfelprobe), und rechnet dieselbe auf Kalk oder Ammoniak etc. in mg auf 1 Liter um.

100—200 cc Wasser werden mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge so lange versetzt, bis mittels obiger Indikatoren oder Betupfens von empfindlichem Lakmuspapier (bei Dietrich in Helfenberg bei Dresden in sehr guter Bereitung zu beziehen) das Verschwinden der saueren Reaktion festgestellt ist.

5. Die freien Säuren.

Die freien Säuren lassen sich unter Anwendung von Lakmustinktur nur dann mit titrierter Alkalilauge bestimmen, wenn das Wasser nur Alkalien und alkalische Erden enthält. — Sind aber Metalloxyde, z. B. von Eisen, Zink, Kupfer vorhanden, so lässt sich die Menge der freien Säuren nur dadurch feststellen, dass man die Gesamtmenge der Säuren und der Basen bestimmt, auf Salze umrechnet und den verbleibenden Rest als „freie“ Säure anspricht. — Hierbei betrachtet man diejenige Säure als ungebunden, die nach der Natur des Wassers als im Ueberschuss vorhanden anzunehmen ist.

6. Schweflige Säure und ihre Salze.

a) Freie schweflige Säure: Je nach dem Ergebnis der qualitativen Prüfung werden geeignete Mengen (z. B. 250 cc) Wasser mit vorgelegtem Kühler in frischbereitete Jodlösung (s. S. 20) oder Bromwasser mit eingetauchtem Vorstoss bis etwa auf die Hälfte abdestilliert. Die Jodlösung wird bis auf Madeirafarbe verdünnt vorgelegt und, wenn nötig, konzentrierte Lösung in dem Maasse der Entfärbung nachgefügt. Nach Ansäuern mit Salzsäure wird bis zur Entfärbung gekocht und die gebildete Schwefelsäure mit Baryumchlorid gefällt.

b) Gebundene schweflige Säure wird im Rückstand in gleicher Weise nach dem Ansäuern mit Phosphorsäure bestimmt.

Es ist darauf hinzuweisen, dass bei gleichzeitigem Vorhandensein von freier schwefliger Säure und saueren oder neutralen schwefligsauren Salzen eine genaue Trennung nicht erreicht wird, da bei der direkten Destillation ein Teil der gebundenen schwefligen Säure mit abgespalten werden kann.

Müssen Abwasserproben einen längeren Transport aushalten, so ist es vorteilhaft, als Gegenprobe die Bestimmung der schwefligen Säure schon an Ort und Stelle, wie folgt, vorzubereiten. Es werden z. B. 100 cc des Wassers a) mit Salzsäure angesäuert und auf etwa die Hälfte eingedampft und in ein Probefläschchen gebracht; b) mit Jodlösung oder Bromwasser versetzt und ebenfalls in ein Probefläschchen gethan. Aus dem Unterschiede der beiden hieraus hervorgehenden Schwefelsäurebestimmungen wird die Gesamtmenge der schwefligen Säure berechnet.

7a. Freies Chlor bezw. unterchlorige Säure (Hypochlorite).

Die Bestimmung erfolgt mit Hülfe von Jodkalium, Salzsäure, Normalthiosulfatlösung und frisch bereiteter kalter Stärkelösung, unter Umständen auch Arseniklösung (arsenige Säure in Natriumbikarbonat gelöst) und Jodkaliumstärkepapier.

Man verwendet je nach dem Gehalt 100—500 cc des zu prüfenden Wassers, versetzt mit 1 gr reinstem Jodkalium sowie mit genügender Salzsäure und titriert das freigewordene Jod durch $^1/_{10}$ Normalthiosulfatlösung (24,8 gr in 1 Liter Wasser), indem man zumeist letztere bis zur schwachen Gelbfärbung zufliessen lässt, dann frische kalte Stärkelösung (1 gr auf 100 cc Wasser) zusetzt und bis zur Entfärbung zu Ende titriert. 1 cc Normalthiosulfatlösung = 0,00354 gr Chlor.

Die Methode ist nicht ganz fehlerfrei, liefert aber für Abwässer genügende Resultate.

Unter Umständen kann statt der Thiosulfatlösung auch $^1/_{10}$ Normalarseniklösung (4,95 gr reine arsenige Säure in 200 cc Wasser mit 10 gr Natriumkarbonat gelöst und auf 1 Liter verdünnt) angewendet werden, indem man das Ende der Reaktion nach der Tüpfelmethode auf Jodkaliumstärkepapier (getränkt mit einer filtrierten Lösung von 1 gr Stärke in 100 cc gekochtem Wasser und Zusatz von 0,1 gr Jodkalium) feststellt. Auch hier ist 1 cc Arseniklösung = 0,00354 gr Cl. = 0,0127 gr Jod.

7b. Gebundenes Chlor (Chloride.)

Von klaren und hellen, wenig organische Stoffe enthaltenden neutralen Wässern kann man unter Anwendung von Kaliumchromat als Indikator direkt 100 cc mit $^1/_{10}$ Normal-Silberlösung in genau neutralisierter Flüssigkeit oder nach Volhard, um eventuell das peinliche Neutralisieren zu umgehen, in salpetersaurer Lösung mit Rhodanammonium titrieren.

Sehr chloridreiche Wässer sind so zu verdünnen, dass man zu 100 cc nicht mehr als ca. 10 cc Silberlösung gebraucht.

Sind Wässer trübe und reich an organischen Stoffen oder Schwefelverbindungen, so werden 100 cc des filtrierten Wassers — bei hohem Gehalt entsprechend weniger — zum Kochen erhitzt, ein oder mehrere Körnchen Kaliumpermanganat hinzugesetzt und so lange gekocht, bis die Flüssigkeit

vollständig hell und klar geworden ist, und das Manganhyperoxyd etc. sich flockig abgeschieden hat. Hat man etwas zu viel Kaliumpermanganat zugesetzt, so dass die Flüssigkeit rot bleibt, so fügt man einen oder einige Tropfen Alkohol zu, bis Entfärbung eintritt, dann wird filtriert, ausgewaschen und das wasserhelle Filtrat, wie üblich, mit $^1/_{10}$ Normal-Silberlösung oder nach Volhard titriert. —

8. Schwefelwasserstoff und Sulfide.

Eine genaue Bestimmung des Schwefelwasserstoffes der an organischen Stoffen meist reichen Abwässer ist kaum möglich, da namentlich faulende Abwässer eine Reihe von Substanzen enthalten oder mindestens enthalten können, welche Jodlösung entfärben. — Annähernd erfährt man denselben dadurch, dass man zunächst etwas Stärkekleister zu etwa 200 cc Wasser setzt, und dann solange titrierte Jodlösung hinzufügt bis Bläuung eintritt.

Dies ergiebt annähernd die erforderliche Menge Jodlösung.

Nunmehr füllt man dieselbe auf einmal in einen Kolben, setzt rasch 200 cc des Wassers hinzu, schüttelt durch, setzt Stärkelösung hinzu und lässt noch soviel Jodlösung zufliessen, bis Blaufärbung eintritt. Auf diese Weise vermeidet man eine Verflüchtigung des Schwefelwasserstoffs während des Titrierens.

Wenn die Titration der Wässer wegen starker Färbung etc. mit Jodlösung nicht angängig ist, so kann man auch mit ammoniakalischer Silberlösung versetzen, das ausgeschiedene Schwefelsilber abfiltrieren, in Salpetersäure lösen, wieder als Chlorsilber fällen und wägen: 1 gr Ag Cl. = 0,118 Schwefelwasserstoff.

Aber auch diese Methode ist nicht genau, weil die organische Substanz in diesen Wässern Silberlösung leicht reduziert. In anderen Fällen empfiehlt sich Zusatz von arsenigsaurem Natrium und Salzsäure und Bestimmen des Schwefelarsens in bekannter Weise; oder Zusatz von essigsaurem Kupfer und etwas Essigsäure, oder Kadmiumsulfat und etwas Natronlauge, Ueberführen der abfiltrierten Schwefelmetalle durch Schmelzen mit Soda und Salpeter, oder durch Behandlung mit roter, rauchender, schwefelsäurefreier Salpetersäure in Sulfate und Bestimmung der Schwefelsäure in üblicher Weise.

Unter Umständen (bei schwachem Gehalt) kann man die Bestimmung des Schwefelwasserstoffs auch kolorimetrisch ausführen, indem man zu etwa 100 cc Wasser 1 cc Nitroprussidnatriumlösung (4 gr dieses Salzes auf 1 Liter Wasser) setzt und die entstehende Violettfärbung mit einer Skala vergleicht, welche man sich aus je 2 cc Natronlauge (1 : 2), 1 cc Nitroprussidnatriumlösung und x cc eines Schwefelwasserstoffwassers von genau bestimmtem Gehalt und durch Verdünnen des Ganzen bis zu 100 cc hergestellt hat.

Auch mit Bleilösung lässt sich der Schwefelwasserstoff kolorimetrisch feststellen: Man verdünnt zu dem Ende das Abwasser entsprechend, bis eine alkalische Bleilösung eine bräunliche Färbung hervorruft. Diese vergleicht man mit der Bleisulfidfärbung einer Lösung von Schwefelwasserstoff in destilliertem Wasser, dessen Gehalt mit Jodlösung bestimmt wurde.*) Bei

*) Nach: Heyer, Ursache und Beseitigung des Bleiangriffes durch Leitungswasser. Dessau 1886.

diesen Bestimmungen werden die löslichen Schwefelmetalle in Mitleidenschaft gezogen, welche im Uebrigen fischereilich wohl ebenso schädlich sind als freier Schwefelwasserstoff. —

Freier Schwefelwasserstoff lässt sich am besten aus einer Flüssigkeit dadurch gewinnen, dass man durch Natronlauge gereinigte kohlensäurefreie Luft durch die Flüssigkeit leitet und den Schwefelwasserstoff der abströmenden Luft als Bleisulfid bindet und wie üblich bestimmt. Im Rest werden die löslichen Sulfide durch Versetzen mit einer Lösung von Zinkacetat und Essigsäure in Zinksulfid übergeführt oder eventuell unter Berücksichtigung der bereits vorhanden gewesenen Sulfate oxydiert, die Schwefelsäure als Baryumsulfat gewogen und auf Schwefel oder Schwefelwasserstoff umgerechnet.

Darstellung der Jodlösung: 6,35 gr gereinigtes Jod werden schnell abgewogen und mit Hilfe von 12,5 gr jodsäurefreiem Jodkalium in 200 cc Wasser gelöst: man giebt sodann die Lösung in einen $^1/_2$-Literkolben mit Glasstöpsel, füllt bis zur Marke auf und mischt. 100 cc dieser $^1/_{10}$ Normallösung werden (in einem Literkolben mit Glasstöpsel) auf 1000 cc verdünnt und letztere ($^1/_{100}$ Normallösung) zur Bestimmung des Schwefelwasserstoffs in dem Wasser benutzt. 1 cc dieser Jodlösung ist = 0,00127 gr Jod = 0,00017 g Schwefelwasserstoff.

Zur Prüfung des Jodtiters kann man 2,48 gr reinstes unterschwefligsaures Natrium zu 1 Liter lösen und diese Lösung durch Zusatz von Stärkelösung gegen die Jodlösung titrieren. 20 cc der Natriumsalzlösung müssen im Falle der Richtigkeit des Titers — und der Reinheit des Natriumsalzes — genau durch 20 cc der Jodlösung eben blau gefärbt werden. (Zur genauen Feststellung des Jodgehaltes vergl. Fresenius: Quantitative Analyse, 6. Auflage, S. 489.)

Stärkelösung: 1 Teil reinster Stärke oder löslicher Stärke nach Lintner wird mit 100 Teilen kalten Wassers nach und nach angerührt und unter stetem Umrühren zum Kochen erhitzt. Dann lässt man erkalten und giesst die Flüssigkeit von einem etwaigen Bodensatz ab. Stärkelösung und Natriumsalzlösung müssen vor jedem Versuch frisch bereitet werden.

9. Sonstige Mineralstoffe, giftige Metallverbindungen, einschliesslich Thonerde- und Eisenverbindungen.

Kalk, Magnesia, Kali, Natron, Schwefelsäure, werden in dem geglühten Abdampfrückstande wie üblich bestimmt.

Zur Bestimmung der Phosphorsäure verdampft man eine grössere Menge Wasser (0.5—2 Liter nach Gehalt) in Platinschalen zur Trockne. glüht, schmilzt mit Soda und Salpeter, löst in Salzsäure. fällt mit molybdänsaurem Ammon und verfährt wie üblich.

Geringe Thonerdemengen sind für unsere Zwecke bedeutungslos, nicht so geringe Eisengehalte namentlich in Form von Eisenoxydulverbindungen. Diese letzteren machen sich beim Stehen durch eine Trübung leicht bemerklich, die durch Salzsäure leicht gehoben wird.

Sollen gelöste Eisenoxydulsalze chemisch nachgewiesen werden, so versetzt man 100—200 cc des betreffenden Wassers zur Oxydation von

etwaigen Oxydulsalzen mit 5 Tropfen Chlorwasser (chlorsaures Kalium und konzentrierte Salzsäure) und prüft nach Entfernung des freien Chlors mit einer konzentrierten Rhodankaliumlösung.

Zur quantitativen Bestimmung des Eisenoxydulgehaltes werden je nach dem Eisengehalt des zu untersuchenden Wassers, über welchen man sich durch einen Vorversuch in einem bestimmten Teile der ursprünglichen Probe annähernd orientiert hat, (behufs Ueberführung des Eisenoxyduls in Eisenchlorid) 200—400 cc unter Zusatz von 1—2 cc konz. Salpetersäure oder einigen Krystallen Kaliumchlorat und Salzsäure eingedampft, so dass sämtliche Salpetersäure oder deren Reduktionsprodukte bezw. das freie Chlor entfernt sind. Den Rückstand nimmt man vorläufig in 25 cc eines mit 5 cc Salzsäure (1 : 3) angesäuerten destillierten Wassers auf. Da die Rötungen, welche Rhodankalium in Eisenoxydlösungen hervorruft, sich am besten differenzieren lassen, wenn 100 cc der letzteren nicht weniger als 0,05 und nicht mehr als 0,2 mg Eisenoxydul in 100 cc (entsprechend 1—4 cc der Eisentiterlösung) enthalten, so richtet man die Verdünnung der Lösung des Rückstandes ungefähr so ein, dass der Eisengehalt innerhalb dieser Grenzen schwankt. 100 cc von der Lösung werden dann in einen der für colorimetrische Bestimmungen gewöhnlich angewendeten Cylinder von 30 cm Höhe und 2,5 cm Weite gebracht, mit 5 cc einer 10prozentigen Rhodankaliumlösung, 1 cc verdünnter Salzsäure (1 : 3) versetzt und der Inhalt mit einem Glasstabe gut gemischt. Die dabei auftretende Rotfärbung vergleicht man nach den Regeln, welche für colorimetrische Untersuchungen gelten, mit den Färbungen, welche von Lösungen mit bekanntem Eisengehalt hervorgerufen werden. Als Titrierlösung gilt eine Eisenchloridlösung, von welcher 1 cc = 0,05 mg Eisenoxydul entspricht.*)

Bei erheblicheren Eisen- und Thonerdegehalten ist eine grössere Wassermenge mit Salpetersäure (wenigstens 500 cc) einzudampfen, zu verkohlen (nicht zu glühen) und dann mit verdünnter Salzsäure zu extrahieren. Die salzsaure Lösung wird zur Fällung von Eisen und Thonerde mit Ammoniak versetzt, der Niederschlag ausgewaschen, wieder in Salzsäure gelöst und das Eisen mit essigsaurem Natrium in bekannter Weise als basisch essigsaures Eisenoxyd gefällt und als Eisenoxyd bestimmt. In dem Filtrat fällt man die Thonerde mit Ammoniak, filtriert und wägt.

Für die Ermittelung von selteneren Bestandteilen: z. B. Zink, Kupfer etc. sind ebenfalls durchweg entsprechend grössere Mengen unter Zusatz von Säuren etc. einzudampfen, die Bestimmungen aber wie üblich vorzunehmen.

10. Ammoniak.

Je nach dem Gehalt werden 250—500 oder 1000 cc des filtrierten Wassers in einer geräumigen Retorte oder einem Kjeldahlschen Kolben mit gebrannter Magnesia versetzt, am vorgelegten Kühler entsprechend lange destilliert, indem das Destillat in einer Vorlage mit titrierter Schwefelsäure aufgefangen und letztere zurücktitriert wird. Bei der leichten Zersetz-

*) B. Proskauer. Zeitschrift für Hygiene, Bd. 9 S. 148.

barkeit der stickstoffhaltigen Verbindungen dieser Art Wässer wird leicht zu viel Ammoniak erhalten.

Bei klaren und hellen Wässern und bei geringen Mengen Ammoniak ist letzteres kolorimetrisch (Nessler's Reagens) mit frisch bereiteter Normal-Chlorammoniumlösung zu bestimmen.

11. Gesamt-Stickstoff ausschliesslich der Nitrite und Nitrate. Albuminoïd-Ammoniak bezw. nicht flüchtige organische Stickstoffverbindungen.

a) Je 200 cc des gut durchgemischten unfiltrierten, und des durch ein trockenes Filter filtrierten Wassers (bei geringhaltigen Wässern 500 cc, bei reicheren 100 cc) werden behufs Zerstörung der Salpetersäure mit etwas saurem schwefeligsaurem Natrium, Eisenchlorür und einigen Tropfen Schwefelsäure versetzt, im Hoffmeister'schen Schälchen unter Zusatz von etwas Gyps zur Trockene verdampft, der trockene Rückstand samt Glasschälchen zerdrückt, verlustlos in einen Kolben gebracht und nach Kjeldahl verbrannt.

Die Differenz zwischen dem Stickstoff-Gehalt des unfiltrierten und filtrierten Wassers ergiebt die Menge des in suspendierter Form vorhandenen Stickstoffs.

Es ist besonders darauf zu achten, dass die verwendeten Reagentien: Schwefelsäure, Natronlauge etc. frei von Stickstoff-Verbindungen, beispielsweise frei von Salpetersäure sind.

b) In einem 1 Liter fassenden Kjeldahl'schen Zersetzungskolben aus Jenenser Glas werden 250—500 cc Wasser mit Eisensulfat oder -chlorür und 25 cc konz. Schwefelsäure auf 50 cc eingedampft und auf diese Weise etwaige Nitratstickstoffverbindungen zerstört und verflüchtigt. Dann fügt man einige Krystalle Kupfersulfat (2—3 Gramm) hinzu nebst etwa ebensoviel Kaliumbisulfat und erhitzt bis zur Zerstörung der organischen Substanzen (Verfahren Kjeldahl); die Flüssigkeit wird dann mit 200—250 cc destill. Wasser verdünnt und nach dem Erkalten unter fortwährender Kühlung mit konz. Natronlauge bis zur alkalischen Reaktion versetzt und das gebildete Ammoniak im Wasserdampfstrome in eine abgemessene Menge Normal- oder $^1/_{10}$ Normalschwefelsäure abdestilliert und dann zurücktitriert. Es empfiehlt sich als Destillationsrohr ein Kugelrohr mit Schleife nach König zur Vermeidung des Ueberspritzens von Natronlauge zu verwenden. Auf diese Weise erfährt man den Gesamtstickstoff, von dem der Ammoniakstickstoff subtrahiert den organischen Stickstoff ergiebt.

c) Man kann die Bestimmung auch nach der Methode von Wanklyn, Chapmann und Smith ausführen, welche darin besteht, dass man je nach der vorhandenen Menge Stickstoff 1—2 Liter Wasser erst unter Zusatz von einigen cc Natriumcarbonat-Lösung längere Zeit in einer geräumigen Retorte mit vorgelegtem, schrägabgehenden Kühler wie bei der Ammoniakbestimmung, kocht, um alles bereits vorhandene Ammoniak auszutreiben, welches in einer Vorlage aufgefangen wird. Nach dem Erkalten setzt man 100 cc einer Lösung zu, welche 200 gr Kalihydrat und 8 gr Kaliumpermanganat im Liter enthält, und kocht wieder mehrere Stunden; das jetzt entwickelte

Ammoniak wird in einer neuen mit dem Kühler verbundenen Vorlage aufgefangen und wie üblich bestimmt. Vergl. auch unter No. 17 S. 36.

12. Salpetrige Säure.

In den meisten Fällen genügt hier der qualitative Nachweis. Derselbe erfolgt bei klaren und hellen Wässern entweder durch Metaphenylendiamin oder durch Zinkjodid-Stärkekleister, oder statt letzterem besser durch Zusatz von etwas frischer löslicher Stärke, einem kleinen Körnchen Jodkalium und einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure.

Bei gefärbten und viel organische Stoffe enthaltenden Wässern ist eine direkte qualitative Prüfung kaum angängig, man muss dann 100—300 cc des Wassers im Kohlensäurestrom unter Zusatz von Schwefelsäure oder Phosphorsäure destillieren und das Destillat prüfen und mit dem Destillat eventuell sogleich die kolorimetrische Bestimmung mit m-Phenylendiamin oder dem Reagens von P. Griess (Anilinsulfosäure und α-Naphtylamin, Rotfärbung) verbinden.

Zur quantitativen Bestimmung verwendet man $^1/_{100}$ Chamaeleonlösung (0,316 gr auf 1 Liter), die man gegen $^2/_{100}$ Ferroammonlösung ($1{,}96 \times 2 = 3{,}92$ g auf 1 Liter) einstellt, erst einen Ueberschuss der ersteren zugiebt, diese durch die gleiche Anzahl Kubikcentimeter der letzten Lösung entfärbt und nun wieder so viel Chamaeleonlösung zufliessen lässt, bis eben Rosafärbung entsteht. Die mehr verbrauchten cc Chamaeleonlösung zeigen die Menge salpetriger Säure an: 1 cc derselben = 0,19 mg salpetrige Säure. Bei Abwässern erhält man nach diesem Verfahren stets recht hohe Zahlen.

13. Salpetersäure.

Man verdampft 1 Liter Wasser unter Zusatz von Kaliumhydroxyd und zuletzt von etwas Kaliumpermanganat bis auf 50 cc und bestimmt darin die Salpetersäure nach der Methode von Ulsch, nämlich durch Reduktion in schwefelsaurer Lösung mittelst Ferrum hydrogenio reductum zu Ammoniak und Bestimmung des letzteren, wie üblich.

Empfehlenswerter und sehr genau ist ferner die volumetrische Bestimmung als Stickoxyd mittelst Eisenchlorür*), auf welche wir hier indes nur hinweisen wollen.

14a. Bestimmung der Gesamt-Kohlensäure,

d. h. der freien, halbgebundenen und an Basen gebundenen Kohlensäure. — Um die Gesamt-Kohlensäure zu bestimmen, setzt man dem zu untersuchenden Wasser filtriertes Kalkwasser zu, sammelt nach mindestens 24stündigem Absetzen in geschlossener Flasche die entstehenden Niederschläge und macht aus denselben mittelst Salzsäure die Kohlensäure frei, um sie in einem Liebig-schen oder Geisler'schen Kaliapparat aufzufangen und zu wägen.

Enthält ein Wasser Alkalicarbonate, so setzt man zweckmässig etwas Calciumchlorid hinzu. —

---

*) Schulze-Tiemann, Bericht d. chem. Gesellschaft. VI 1041.

Bei reinen Wässern kann man den Niederschlag von Calciumkarbonat abfiltrieren, schnell mit kochendem Wasser auswaschen, in Essigsäure lösen, die essigsaure Lösung mit oxalsaurem Ammon fällen und aus der gewogenen Menge Kalk (Ca O) durch Multiplikation mit 0,785 die Kohlensäure berechnen. — Am besten verfährt man jedoch so: 250 cc des zu untersuchenden und in einen $^1/_2$ Liter-Kochkolben gebrachten Wassers werden mit 250 cc gesättigtem und filtriertem Kalkwasser, dem man etwas Calciumchlorid zugesetzt hat, versetzt. Das gesättigte Kalkwasser stellt man her, indem man reinen gebrannten Kalk auf dem Wasserbade löscht und die Kalkmilch mit Wasser verdünnt, doch so, dass noch ungelöstes Calciumhydroxyd zurückbleibt. Dieses Kalkwasser filtriert man direkt durch ein Faltenfilter in den 500 cc Kolben bis zur Marke. Nach öfterem Umschütteln lässt man stehen, bis der Niederschlag sich körnig abgeschieden hat, filtriert dann rasch durch ein Faltenfilter, giebt dieses, ohne auszuwaschen, in den Kolben zurück und schaltet letzteren in den vorher, bis auf den Kolben zusammengestellten Kohlensäurebestimmungsapparat ein. Durch Zugabe von Salzsäure wird die Kohlensäure frei gemacht und in einem Liebig'schen Kaliapparat aufgefangen und gewogen. Vergl. auch S. 26.

14b. Bestimmung der freien Kohlensäure.

Dieselbe erfolgt nach Trillich in der Weise, dass man zu 100 cc des mit Phenolphtalëin versetzten Wassers so lange Sodalösung (2,41 wasserfreie, oder 6,502 wasserhaltige Soda auf 1 Liter) zusetzt, bis eben eine Andeutung von violetter Farbe eintritt. — Der Verbrauch von jedem Kubikcentimeter Sodalösung entspricht dem Vorhandensein von 1 mg freier Kohlensäure. Vergl. auch S. 29.

14c. Bestimmung der festgebundenen Kohlensäure durch Titrierung (nach Lunge).

Setzt man zu einem kohlensauren oder doppeltkohlensauren Salze Schwefelsäure und wässerige gelbe Methylorangelösung, so bleibt die blassgelbe Farbe, indem sich Metallsulfat und freie Kohlensäure bildet, unverändert — bis die Carbonate vollkommen zersetzt sind und eine Spur freie Schwefelsäure vorhanden ist; dann tritt Rotfärbung ein. Die Anwesenheit anderer Salze ist ohne Bedeutung. Die Methode bestimmt nur die festgebundene Kohlensäure; ein Molekül saures Salz verbraucht genau so viel Schwefelsäure als ein Molekül neutrales:

$$CaCO_3 + H_2SO_4 = CaSO_4 + CO_2 + H_2O$$
$$Ca(HCO_3)_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2CO_2 + 2H_2O$$

Man stellt eine Schwefelsäure her, die genau soviel Kalilauge sättigt, als eine Oxalsäurelösung, von der 1 cc = 1 mg Kohlensäure (2,863 gr Oxalsäure in 1 Liter).

Mit derselben versetzt man 200 cc des mit Methylorange hellgelb gefärbten Wassers bis zur Rotfärbung. Sind 9 cc verbraucht, so enthält das Wasser 5 · 9 = 45 mg fest gebundene Kohlensäure im Liter.

14d. Bestimmung der freien und halbgebundenen Kohlensäure zusammen.

Pettenkofer hat folgende Ueberlegung angestellt: Setzt man ein bekanntes Volum Baryumhydroxydlösung (Barytwasser) zu einem zu untersuchenden Wasser, so wird die freie Kohlensäure und die Kohlensäure in den Bicarbonaten als unlösliches Ba CO_3 + Ca CO_3 ausfallen:

$$CO_2 + Ba(OH)_2 = BaCO_3 + H_2O;\ 1\,Ba(OH)_2 = 1 \text{ freie } CO_2$$

$$Ca <^{CO_3H}_{CO_3H} + Ba(OH_2) = CaCO_3 + BaCO_3 + 2\,H_2O;\ 1\,Ba(OH_2) = 1 \text{ halbgebundene } CO_2.$$

Jedes Molekül $Ba(OH)_2$, welches in CO_3Ba verwandelt unlöslich zu Boden fällt, zeigt ein Molekül CO_2 in freiem oder halbgebundenem Zustande an. Diese Menge ergiebt sich aus der Abnahme der Alkalität des Barytwassers vor und nach dem Zusatz zum Wasser.

Ferner hat man die vorhandenen Alkalisalze, die Säuren enthalten, durch welche Ba $(OH)_2$ gefällt würde: die Karbonate, Sulfate, Phosphate durch Zusatz von etwas Ba Cl_2 in indifferente Alkalichloride und unlösliche Baryumsalze zu verwandeln.

Ist Magnesiumbicarbonat zugegen, so findet folgende Umsetzung statt:

$$\text{Zuerst } Mg^{CO_3H}_{CO_3H} + Ba(OH)_2 = BaCO_3 + MgCO_3 + 2\,H_2O;$$

$$\text{dann } Mg\,CO_3 + Ba(OH)_2 = BaCO_3 + Mg(OH_2).$$

Das Magnesiumhydroxyd fällt aus. Es bringt demnach ein Molekül Magnesiumbicarbonat resp. ein Molekül an Magnesium locker gebundene CO_2 nicht nur 1 Molekül Ba $(OH)_2$ zur Fällung, sondern so oft ein Molekül MgO vorhanden ist, so oft wird ein zweites Molekül Baryumhydroxyd gefällt. Es täuscht demnach 1 Molekül Mg O 1 Molekül freie oder halbgebundene CO_2 vor, d. h. so oft wir 40 mg MgO haben, finden wir 44 mg CO_2 oder für 1 mg MgO 1.1 mg CO_2 zuviel. Bisher suchte man die Umsetzung nach den beiden obigen Gleichungen durch Zugabe von Ammoniumchlorid zu vermeiden.

Trillich, der in neuester Zeit die Methode genau studierte, fand, dass sich die Fällung des Magnesiums nicht vollkommen verhindern lasse: er setzt deswegen gar kein Ammoniumchlorid zu und bringt den Einfluss des Magnesiums nach der vorstehenden Auseinandersetzung in Rechnung. Seine Methode lautet (Ztsch. f. angew. Chem. 1889. S. 337):

1. Der Magnesiumgehalt des Wassers wird gewichtsanalytisch bestimmt.
2. 100 cc Wasser werden in einem verschliessbaren Absatzglas mit 5 cc Baryumchloridlösung 1 : 10 und 45 cc titrierten Barytwassers (15—20 gr Barythydrat + 0.2 gr Baryumchlorid im Liter) versetzt, gut geschüttelt und 12 Stunden stehen gelassen.
3. Von der geklärten Flüssigkeit (150 cc.) werden zweimal je 50 cc abpipettiert, ohne den Niederschlag aufzurütteln, und nach Zusatz von Phenolphthaleïn mit Salzsäure titriert, von der 1 cc = 1 mg Kohlensäure, d. h. soviel Alkali sättigt, wie eine Oxalsäure mit 2.863 gr im Liter Wasser. Auch Oxalsäure und Schwefelsäure sind brauchbar.

Enthalten z. B. 100 cc Wasser 5,8 mg Magnesia (Mg O) und sind beispielsweise 45 cc Barytwasser = 108 cc Salzsäure und brauchen 50 cc der klar abpipettierten Flüssigkeit 27,4 cc Salzsäure zur Neutralisation, so hätten 150 cc gebraucht 82,2 und der Kohlensäuregehalt wäre der Titrierdifferenz entsprechend 108—82,2 mg; da aber 5,8 mg Magnesiumoxyd 5,8 . 1,1 mg Kohlensäure vortäuschten, so ist in 100 cc 108—82,2—6,4 = 19.4 mg in 1000 also die 19,4 mg freier und halbgebundener Kohlensäure enthalten.

Die Methode ist nach Trillich auch zur einfachen Bestimmung der Gesamtkohlensäure brauchbar.

Man färbt dazu die im Absetzglase verbleibenden 50 cc Flüssigkeit (samt dem Niederschlag) mit einigen Tropfen Methylorange oder Cochenilletinktur und titriert mit obiger Salzsäure, bis das Methylorange gerötet oder die Cochenille aus rosa in gelb verfärbt ist. Braucht man hierzu z. B. 34 cc Salzsäure, so beträgt in 100 cc der Kohlensäuregehalt in Millegramm: 34—1,0—1,1 · 2 = 30,8; im Liter das 10fache; 1,0 muss abgezogen werden, weil über dem Niederschlag noch 50 cc. Flüssigkeit stehen, 1,1 · 2, weil der Niederschlag teilweise aus Magnesiumhydroxyd besteht.

Ist G die Menge der gesamten Kohlensäure (CO_2), x die der freien + halbgebundenen, so ist G — x = B die Menge der gebundenen. Da aber die gebundene und halbgebundene in gleicher Menge vorhanden ist, so ist G—2B=F die Menge der freien. In Wässern ohne freie CO_2 ist 2B=G., so dass sich in vielen Fällen die umständlichere Bestimmung von G durch die einfache Titrierung der festgebundenen Kohlensäure nach Lunge umgehen lässt.

Beispiel: Im Leitungswasser ergeben die verschiedenen Kohlensäurebestimmungsmethoden in 1 Liter:

Gesamtkohlensäure nach Trillich 350 mg, freie und halbgebundene nach Pettenkofer und Trillich 194, festgebunden nach Lunge 155, zusammen 349, so dass unter der Annahme, dass die Menge der halbgebundenen gleich der festgebundenen ist, 194—155 = 39 mg freie CO_2 gefunden wird. Dabei reagiert das Wasser kräftig alkalisch durch seinen hohen Gehalt an Bicarbonaten.*)

15. Bestimmung des in Wasser gelösten Sauerstoffes.

a) Das Verfahren von Winkler.

Manganohydroxyd wird bei Gegenwart von Alkali durch den Sauerstoff zu Manganihydroxyd oxydirt: dieses durch Salzsäure in Manganichlorid übergeführt, zerfällt sogleich in Manganochlorid und Chlor. Letzteres setzt Jod in Freiheit, welches durch Thiosulfatlösung titriert wird. —

---

*) Dr. K. B. Lehmann: Die Methoden der praktischen Hygiene.

Die Bestimmungen führt man in starkwandigen, mit guteingeschliffenen Glasstöpseln versehenen, ungefähr 250 cc fassenden Flaschen aus, deren Inhalt man genau bestimmt.

Die Flasche füllt man vollständig mit dem zu untersuchenden Wasser an, indem man es durch einen Heber ruhig einfliessen lässt. Sodann bringt man sofort mittelst einer mit langem, engem Stiele versehenem Pipette von ungefähr 1 cc Inhalt, welche man in das Wasser bis nahe an den Boden des Gefässes einsenkt, zuerst 0,5 cc der Jodkalium haltigen Natriumhydroxydlösung, sodann 0,5 cc der Manganochloridlösung hinein und verschliesst die Flasche sofort mit der Vorsicht, dass keine Luftblasen in ihr zurückbleiben, die ausfliessenden cc Wasser werden bei der Berechnung berücksichtigt. Man wendet einige Male um, um den Inhalt zu mischen und lässt den flockigen Niederschlag sich absetzen. Hat sich der Niederschlag vollständig gesetzt, so öffnet man, ohne dass der Niederschlag aufgerührt wird, vorsichtig und bringt mittelst einer dünnen Pipette 5 cc. rauchende Salzsäure auf den Boden der Flasche, verschliesst abermals und mischt den Inhalt. Die austretende, klare Flüssigkeit kommt nicht in Betracht. Der Niederschlag löst sich rasch. Es wird nun quantitativ die Flüssigkeit in ein Becherglas gespült und unter Zusatz von Stärkelösung mit Natriumthiosulfat titriert. Aus den verbrauchten cc Thiosulfatlösung wird der Sauerstoffgehalt berechnet.

Fasst das zur Bestimmung dienende Fläschchen z. B. 256 cc, also nach Zusatz von $^1/_2$ cc Natriumhydroxyd und $^1/_2$ cc Manganichloridlösung nur mehr 255 cc und sind zur Titration 31,4 cc der $^1/_{100}$ Normalthiosulfatlösung verbraucht, so berechnet sich der Sauerstoffgehalt zu $0{,}055825 \times 31{,}4 = 1{,}7529$ oder pro 1 Liter $\frac{1{,}7529 \times 1000}{255} = 6{,}87$ cc.

Bei Gegenwart von Nitriten muss diese Sauerstoffbestimmung in etwas geänderter Weise ausgeführt werden, da bei der Einwirkung von salpetriger Säure auf Jodwasserstoff neben freiem Jod Stickoxydgas entsteht, welches bei jodometrischen Arbeiten insofern störend wirkt, als es aus der Luft Sauerstoff auf den Jodwasserstoff zu übertragen vermag.

Um den störenden Einfluss der salpetrigen Säure zu umgehen, wird die Bestimmung dahin geändert, dass die salpetrige Säure zu Salpetersäure oxydiert wird. Das wird dadurch erreicht, dass Kaliumjodid erst nach der Ansäuerung mit Salzsäure zur Flüssigkeit gegeben wird.

Durch das beim Ansäuren aus dem Manganichlorid frei werdende Chlor wird die salpetrige Säure zu Salpetersäure, sowie auch teilweise die im Wasser enthaltenen organischen Substanzen oxydiert. Um die auf diesem Wege verloren gegangene Menge Sauerstoff zu erfahren, ist eine Korrektion nötig. Der Wert dieser Korrektion ergiebt sich, wenn man eine gemessene Menge des auf Sauerstoffgehalt zu untersuchenden Wassers mit überschüssiger Manganichloridlösung versetzt und bestimmt, wieviel von dem wirkungsfähigen Chlor verschwunden ist.

Soll also in einem nitrithaltigen Wasser der Sauerstoff bestimmt werden, so zerstört man durch $KJ + HCl$ salpetrige Säure, setzt Natrium-

hydroxydlösung, in welcher kein Kaliumjodid enthalten ist, hinzu und verfährt weiter wie oben erörtert, nur ist zum Ansäuern die doppelte Menge Salzsäure zu verwenden. Die zur Korrektion benötigte Manganichloridlösung wird erst beim Gebrauche bereitet und zwar in folgender Weise: Man giebt in einen halben Liter destillierten Wassers ungefähr 1 cc reiner, kein Kaliumjodid enthaltender Natriumhydroxydlösung, nachher 5—10 Tropfen Manganochloridlösung. Nach dem Mischen wird soviel Salzsäure zur Flüssigkeit gegeben, dass der Niederschlag sich löst.

Es ist angezeigt, zu der schon sauren Flüssigkeit einige Gramm krystallisiertes Manganochlorid zu setzen, man braucht dann weniger Salzsäure zur Lösung des Niederschlages.

Von dieser Manganichloridlösung werden zweimal 100 cc abgemessen. Die ersten 100 cc verdünnt man mit 100 cc destilliertem Wasser, zu den anderen werden 100 cc von dem zu untersuchenden Wasser gesetzt.

Nach dem Mischen wartet man 2—3 Minuten und setzt dann zu beiden Kaliumjodid und misst das ausgeschiedene Jod mit derselben Thiosulfatlösung, mit welcher der Sauerstoff bestimmt wird. Aus der Differenz der in beiden Fällen verbrauchten Thiosulfatlösung ergiebt sich der Wert der Korrektion für 100 cc Wasser.

Man berechnet den Wert der Korrektion für die bei der Titrierung des Sauerstoffs angewendete Wassermenge und addiert ihn zu der dort verbrauchten Natriumthiosulfatlösung.

Reagentien zur Methode von Winkler.

1. Manganochloridlösung durch Lösen von 80 Gramm Manganochlorid ($Mn\,Cl_2 + 4\,H_2O$) in soviel destilliertem Wasser, dass die Lösung 100 cc beträgt.
2. Jodkaliumhaltige Natriumhydroxydlösung. Man bereitet eine annähernd 12 mal normale Lösung von nitritfreiem Natriumhydroxyd und löst in 100 cc dieser Lösung etwa 15 gr Jodkalium.
3. $^1/_{100}$ normale Thiosulfatlösung (2,48 gr Natriumthiosulfat auf 1 Liter Wasser). Diese Lösung muss nicht gerade $^1/_{100}$ normal, sondern muss nur genau auf reines Jod eingestellt sein, indem man 2 oder 3 mal eine bestimmte Menge des letzteren (0,05 — 0,1 gr Jod) in Jodkalium auflöst und titriert.

   Ist sie genau $^1/_{100}$ normal, so entspricht 1 cc = 0,00127 gr Jod = 0,00008 gr Sauerstoff = 0,055825 cc Sauerstoff (bei 0° C. und 760 mm Druck).
4. Stärkelösung: 1 gr in 100 cc Wasser aufgequollen.

b) Das Verfahren mit dem Tenax-Apparat von Prof. Dr. Friedr. C. G. Müller-Brandenburg a. H.

Zum bequemen Auffangen und Heimbringen der Wasserproben dient der als Gehstock ausgebildete Schöpfstab und ein $3^1/_2$ kg wiegendes, am Ledergriff zu tragendes Probe-Kästchen von den äusseren Abmessungen 7 : 15 : 26 cm. Letzteres enthält zwischen Federklammern 6 fortlaufend numerierte

Kölbchen von 100 cc, deren matt geschliffene Hälse mit durchbohrten Kautschukstopfen und kurzen Glasstöpseln versehen sind. Ausserdem kommen noch kleine Trichter, Gummiringe, ein kleines Stabthermometer, zwei Tropfgläschen mit Phenolphthaleïn und $^1/_{22}$-NaOH-Lauge hinein.

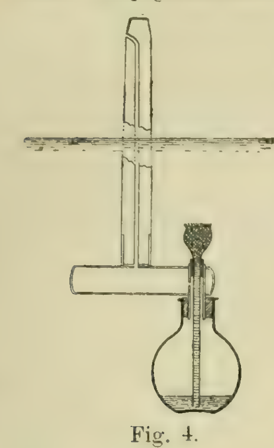


Fig. 4.

Die Kölbchen 1—5 erhalten vor dem Gang zur Probenahme je 4 Tropfen $^1/_{22}$-NaOH-Lauge für diejenigen Proben, in welchen auf der Station Sauerstoff und Stickstoff durch Austreiben und direkte Messung ermittelt werden soll. Das 6te Kölbchen dient zur titrimetrischen CO_2-Bestimmung unmittelbar an der Schöpfstelle.

Zum Probenehmen steckt man, wie Figur 4 zeigt, das Kölbchen mittelst eines Gummiringes auf das Rohr an der Krücke des Stabes; von der anderen Seite her durch dieses Rohr und gegen dasselbe, durch ein übergestreiftes Schlauchstück abgedichtet, den Stiel des Trichters bis an den Boden des Kölbchens. Taucht man nun das Ganze, das untere Ende des Stockes erfassend, in das Gewässer, so füllt binnen einer Minute klar abfiltriertes Wasser den Kolben, während die Luft durch die Krücke und den hohlen Stab ihren Ausweg findet. In dieser Weise können Gasverluste durch Diffusion so gut wie gar nicht eintreten. Auch lässt sich so die Probe bis 1 m tief unterhalb der Oberfläche entnehmen. Uebrigens wird an jeder neuen Schöpfstelle das erste Kölbchen voll fortgegossen, um Wasser und Luftreste aus dem Trichter zu verdrängen. Sofort nach dem Füllen wird die Temperatur des Wassers im Kölbchen bestimmt. Die für die spätere Ermittelung des Sauerstoffs und Stickstoffs bestimmten Kölbchen 1—5 werden bis zum Ueberlaufen gefüllt, worauf man ohne Luft abzufangen den Kautschukstopfen eindreht, dessen Bohrung mit dem Glasstöpsel schliesst und das Ganze in das Kästchen legt. Die Wattepfropfen aus dem Trichter können zu einer nachträglichen mikroskopischen Untersuchung in kleinen Düten von Oelpapier verwahrt werden.

Die Bestimmung von freier Kohlensäure geschieht titrimetrisch mittelst $^1/_{22}$ NaOH-Lauge und Phenolphthaleïn als Indicator, gemäss der Gleichung $CO_2 + NaOH = CO_3NaH$.

Man füllt das Kölbchen bis zur Marke, setzt 2 Tropfen Indicator hinzu und darauf tropfenweise unter Umschütteln Lauge, bis auch nach 3 Minuten über einer Manschette oder einem weissen Taschentuche noch eine schwache Rötung sichtbar bleibt. Je 3 Tropfen (0,1 cc.) zeigen 0,1 cc Kohlensäure an.

Die Zuverlässigkeit dieses Verfahrens wurde durch umfangreiche sorgfältige Untersuchungen mit Wasserproben von genau bekanntem Gehalt an freier Kohlensäure ausser Zweifel gesetzt, namentlich auch bei Gegenwart neutraler Salze der Alkalien und alkalischen Erden.

Tritt der bei Fischereigewässern ausnahmsweise Fall ein, dass über 0,4 ccm Lauge verbraucht wird — Quell- und Brunnenwasser oder der

Inhalt von Aquarien erfordern in der Regel weit mehr —, so ist die Anwesenheit anderer Säuren zu vermuten. Man füllt dann noch ein anderes gut ausgespültes Kölbchen und nimmt es ordnungsmässig geschlossen mit. Auf der Station steckt man den Glockentrichter aus dem Apparatenkasten oben durch die Stopfenbohrung, erhitzt über starker Flamme zum Sieden und kocht über kleiner Flamme 5 Minuten lang. Lässt man nun 2 Tropfen des Indicators in den Trichter fallen, so zeigt eine sofort eintretende Rötung die Abwesenheit fixer Säuren an. Bleibt hingegen die Rötung aus, so kühlt man ab und fügt bis zur Rötung $^1/_{22}$-Lauge hinzu. So erhält man die äquivalente Menge der fremden Säure. Diese von der an der Schöpfstelle ermittelten Gesamtmenge abgezogen, ergiebt als Differenz die freie Kohlensäure.

Der im Wasser gelöste Sauerstoff und Stickstoff wird mittelst der Gasbürette ABCDE in Verbindung mit der kleinen, Kupfer und Ammoniaklösung enthaltenden Absorptionspipette K bestimmt. Die eigentümliche Form der Bürette ist aus Figur 5 ersichtlich. Der Stiel CD wird von dem Kühler H, das Messrohr EB von dem Kühlbecher G umschlossen. Der mit capillarer Bohrung versehene Hahn F gestattet das Messrohr abzuschliessen oder mit dem capillaren Ansatz P und dadurch mit der Pipette K in Verbindung zu setzen.

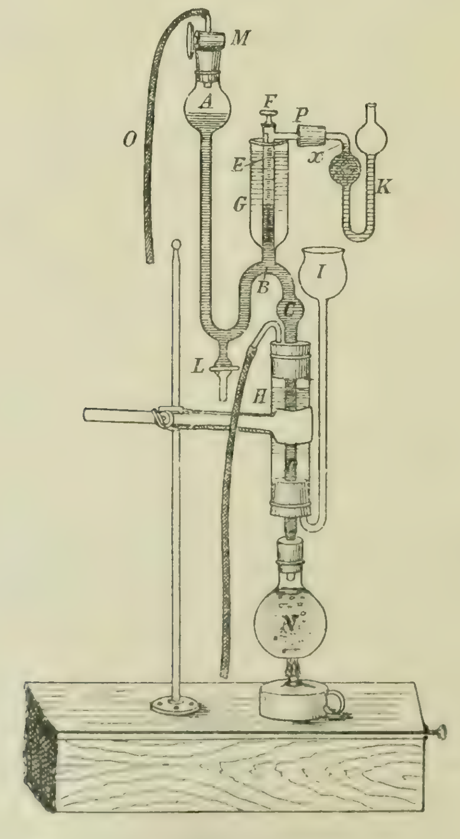


Fig. 5.
Der Tenax-Apparat.

Das Ganze kann lotrecht in ein auf den Deckel des Apparatenkastens zu schraubendes Aluminiumstativ befestigt werden.

Der vorschriftsmässige Gang der Analyse ist nun folgender:

1. Der Gasmessapparat ist senkrecht in das Stativ gespannt, die Absorptionspipette K angesetzt, der Kühler H und der Mantel G mit kaltem Wasser gefüllt. —

a) Die Flüssigkeit in der Pipette K soll nur bis zu einem Punkt X unterhalb des Knies der Capillare steigen. Ein Zuviel wird mit einem Röllchen Fliesspapier weggetupft, ein Zuwenig durch einige Tropfen Wasser ausgeglichen.

b) Nach 15 Analysen erneuert man die Flüssigkeit. Dieselbe besteht aus 1 Vol. 10prozentigem Salmiakgeist, 1 Vol. gesättigter Lösung von anderthalb-kohlensaurem Ammon und 2 Vol. Wasser. Die von Hempels Vorschrift abweichende Verdünnung war erforderlich. weil ohne dieselbe infolge der Spannung des Ammoniaks der Sauerstoffgehalt ein wenig zu niedrig gefunden wurde.

c) Nach dem jedesmaligen Ansetzen der Pipette treibt man etwas Luft hinein und zieht sie nach 3 Minuten zurück. Dadurch wird die Verbindungscapillare mit Stickstoff gefüllt.

2. Man schiebt das Kölbchen N mit der in der beschriebenen Weise geschöpften, schwach alkalisch gemachten Wasserprobe mittels des Gummistopfens auf das untere Ende D der Bürette. wie die Figur 5 es zeigt, und

3. füllt die Bürette bei ausgezogenem Stöpsel F von der Eingusskugel A aus mit Erdöl bis zur Mündung der Verbindungscapillare. Dann schliesst man den Hahn F und achtet darauf, dass keine grössere Luftblase darunter abgefangen wird.

4. Man bringt mit grosser Flamme das Wasser in N zum Sieden und kocht es dann 10 Minuten mit ganz kleiner Flamme aus. Die ausgetriebenen Gase, 2 bis 2,5 cc, steigen dabei in das Messrohr auf, während das verdrängte Oel nach der Eingusskugel A hinübertritt. Das Auskochen muss so lebhaft vor sich gehen, dass ein Dampfraum oben im Kölbchen entsteht; aber auch nicht zu stark. damit das Oel nicht bis über die kugelige Erweiterung C gedrängt wird. So oft letzeres eintreten will, nimmt man die Flamme fort, bis das Wasser aus CD zurückschnellt und den Dampfraum im Kolben ausfüllt. Dieser Vorgang wird gegen Ende des Auskochens unter allen Umständen einige Male ausgeführt. um auch die geringe in den Bürettenstiel gestiegene Wassermenge mit der Hauptmenge zu vermischen und zu entgasen. In der Mitte und am Ende des Auskochens giesst man einen Becher kaltes Wasser durch den Kühler.

5. Man saugt am Schlauch O in schnellen Absätzen, um die an der Trennungsschicht im Messrohr EB gebildeten Bläschen zu entfernen. stellt, sobald die Wölbung scharf sichtbar wird, mittelst des Ablasshahns L Niveaugleichheit her und liest ab. —

Das nur 3,5 cc fassende Messrohr ist in 0,1 cc geteilt. Der Abstand der Teilstriche ist weit genug, um mit Sicherheit noch 0,01 cc ablesen zu können. Durch eine korrespondierende Teilung auf der Rückseite des Mess-

rohrs wird ein Fehler infolge schrägen Ablesens vermieden. Eine Korrektion wegen der Meniskuswölbung braucht nicht vorgenommen zu werden, da dieselbe bei der Herstellung der Teilung mit in Rücksicht gezogen wird.

6. Durch Blasen an O treibe man das Gas, nachdem F um 180° gedreht wurde, in die Pipette K; das Oel soll dabei nur eben durch den Hahn treten. Nach 2 Minuten zieht man das Gas zurück, um es sofort nochmals 5 Minuten hinüberzutreiben. Jetzt zieht man wieder zurück und achtet darauf, dass die Flüssigkeit in der Pipette nahezu den Punkt X erreicht. Man wartet bei Vaselinöl mindestens 5 Minuten, bei gewöhnlichem Petroleum genügt 1 Minute, und liest das Volumen des Restgases (Stickstoff) ab. —

Schliessen sich mehrere Bestimmungen an die erste an, so bleibt das Oel in dem Apparat. Man stellt durch Saugen an O und Schliessen des Hahns M eine schwache Verdünnung in der Bürette her und kann dann, ohne dass Oel ausfliesst, das Kölbchen abziehen und durch ein anderes ersetzen, worauf man weiter verfährt, wie vorgeschrieben, mit 3. beginnend. —

Gleich nach Beendigung des Auskochens taucht man N von oben her in ein Gefäss mit kaltem Wasser, damit es beim Beginn der nächsten Bestimmung auf die Temperatur der Umgebung abgekühlt ist.

Wenn das Messrohr nach einer Bestimmung sehr verschmiert ist, wird es mit Fliesspapier, von dem man einen Fetzen in den beigegebenen Haken klemmt und aufrollt, ausgewischt. Das Oel wird dabei durch Saugen an O und Schliessen von M aus dem Messrohr entfernt.

Aus dem Kühlbecher G wird, wenn erforderlich, das Wasser mittelst eines beigegebenen Schlauchs abgehebert und durch kaltes ersetzt. —

Die Dauer einer solchen Sauerstoff- und Stickstoffbestimmung beträgt von Beginn des Kochens an nur 20 Minuten bei Verwendung gewöhnlichen Petroleums als Sperrflüssigkeit, das für die laufende Wasserkontrolle hinreichend genaue Resultate giebt. Wird zur Erzielung genauer Zahlen Vaselinöl angewandt, so hat man lediglich des Abwartens wegen gegen 10 Minuten mehr Zeit nötig.

Bemerkungen zur Methode. Wenn in der Gasbürette gewöhnliches mit Luft gesättigtes Brennpetroleum als Sperrflüssigkeit benutzt wird, muss, da die Gase sich in Petroleum merklich lösen, namentlich in die Sauerstoff-Bestimmung ein Fehler eintreten. Nach vielfachen Beobachtungen ist die Grössenordnung dieses Fehlers derart, dass man für die relative Menge des Sauerstoffs im Vergleich zum Gesamtvolumen von Sauerstoff und Stickstoff 28% statt 31% erhält und 12% statt 11%. Dies gilt wohlgemerkt für die erste Bestimmung mit frischem Petroleum. Werden mehrere Bestimmungen mit gleichen oder annähernd gleichen Proben hinter einander ausgeführt, so verschwindet der Fehler. Da also dieser Fehler stets abzuschätzen und überhaupt nicht gross ist, kann für die laufende Wasserkontrole ruhig Petroleum genommen werden, zumal es wegen seiner Dünnflüssigkeit ein schnelles und sauberes Arbeiten gestattet.

Falls eine grosse Genauigkeit erstrebt wird, dient als Sperrflüssigkeit das unter dem Namen Vaselinöl im Handel bekannte Destillat

amerikanischen Petroleums vom sp. G. 0,870 und dem Sdp. 340°. Von diesem Oele werden die fraglichen Gase überhaupt nur in sehr geringer Menge aufgenommen, vor allem aber so langsam, dass bei den im Apparate obwaltenden Verhältnissen bemerkbare Fehler nicht eintreten. Dies wurde erstens dadurch festgestellt, dass man bei der Analyse identischer Wasserproben neben luftgesättigtem Oele auch solches als Sperrflüssigkeit verwandte, das durch Auskochen und Wiedererkalten im Vacuum völlig entgast war. In einem Falle zeigten sich so gut wie gar keine Unterschiede. Ein anderer, besonders sorgfältiger Versuch ergab mit luftleerem Oele 1,33 % Stickstoff und 0,57 % Sauerstoff, mit luftgesättigtem Oele 1,43 Stickstoff und 0,62 Sauerstoff. Hier hat also das ausgekochte Oel von beiden Gasen thatsächlich ein wenig zurückgehalten, ohne indessen das relative Verhältnis zu ändern. Wenn nun leeres Oel aus 30procentigem Gas 0,05 cc Sauerstoff aufnimmt, so kann Oel von 21procentiger Sättigung unter den nämlichen Verhältnissen kaum 0,01 cc aufnehmen.

Ein anderer Beweis für dieselbe Thatsache ist der, dass, wenn man identische Wasserproben hinter einander, ohne das Oel aus dem Apparat zu entfernen, analysiert, stets sehr gut übereinstimmende Werte erhalten wird, wobei die absolute wie relative Abweichung sowohl nach der positiven als nach der negativen Seite hin liegt.

Endlich sind die mit dem Apparat erhaltenen Sauerstoffzahlen, falls die natürlichen Bedingungen einer völligen Sättigung des untersuchten Wassers mit Luft gegeben waren, eher grösser als kleiner, als die bekannten Löslichkeitsgesetze erwarten lassen. Bei steigender Temperatur dürften alle der freien Luft dauernd ausgesetzten Gewässer, die weder übervölkert noch mit leicht oxydierbaren Stoffen verunreinigt sind, mit Sauerstoff gesättigt, wenn nicht übersättigt sein. Aus der grösseren Zahl der in dieser Richtung mit dem Apparate gemachten Beobachtungen seien einige besonders lehrreiche ausführlicher mitgeteilt.

Zwei Proben Regenwasser, welches an dem sehr regnerischen 9. Juli 1898 während eines starken Gusses aufgefangen war, gaben:

1)	2,09		2)	2,04	
	1,40			1,37	
	0,69	$O_2 = 33,0\%$		0,67	$O_2 = 32,8\%$
		$CO_2 = 0,05$			

Das Wasser zeigte 16 ° C. Bei dieser Temperatur sollte mit Luft gesättigtes reines Wasser nach Bunsen aber nur 1,16 Stickstoff und 0,62 Sauerstoff enthalten. Es ist also die Probe für beide Gase übersättigt, oder vielmehr es ist gesättigt für die niedrigen Temperaturen der oberen Luftschichten, aus denen der Regen herabfiel.

Der im Havelwasser während der Hitzeperiode des August 1898 wiederholt ermittelte Gehalt an freiem Sauerstoff hielt sich stets beim

Sättigungspunkt. Im Besonderen ergaben am 18. August, wo das Wasser mit 24,5 ⁰ C. die höchste Temperatur erreichte, zwei identische Proben:

1) 1,77 / 1,20 / 0,57 O_2 = 32,4 % 2) 1,78 / 1,19 / 0,59 O_2 = 33,2 %

CO_2 = 0,20.

Zur Sättigung gehören 1,07 Stickstoff, 0,58 Sauerstoff.

Es folgte kühleres, aber sonniges und trocknes Wetter. Am 23. Juli war die Wassertemperatur auf 21⁰ C. gefallen und die Gasanalyse ergab:

1,74
1,19
0,55 O_2 = 31,6 %. CO_2 = 0,20.

Der Sauerstoffgehalt bleibt also unter dem Sättigungspunkt und der Stickstoff geht weniger als sonst darüber hinaus.

Die nächste Analyse wurde erst am 4. September vorgenommen. Der Wasserstand war inzwischen schnell sehr tief gefallen und die Wassertemperatur auf 16⁰ C. hinuntergegangen. Der Luftdruck war durchgehends über normal. Es wurde gefunden:

2,05
1,37
0,68 O_2 = 33,1 %. CO_2 = 0,15.

Am folgenden Tage:

2,06
1,39
0,67 O_2 = 32,5 %. CO_2 = 0,15.

Es ist demnach wider Erwarten eine starke Uebersättigung eingetreten, denn nach Bunsen hat luftgesättigtes Wasser von 16⁰ C. 1,16 Stickstoff und 0,62 Sauerstoff.

Eine ähnliche Uebersättigung zeigte eine Probe aus der Ilm bei Ilmenau am 29. Juli 1898 bei 16⁰ C. mit 1,49 Stickstoff, 0,68 Sauerstoff und 0,15 freier Kohlensäure.

Die mitgeteilten Zahlen zeigen in Uebereinstimmung mit über hundert bereits mit dem Apparate ausgeführten anderen Analysen nebenbei die bemerkenswerte Thatsache der Stickstoffübersättigung offener Gewässer. Auch einige Proben Brunnenwasser machten keine Ausnahme. Ebenso gab das sehr reine Quellwasser der Wasserleitung von Ilmenau neben 0,42 Sauerstoff und Spuren von Kohlensäure nicht weniger als 1,77 Stickstoff.

Bei stark mit leicht oxydierbaren Substanzen verunreinigten Gewässern wird der natürliche Sauerstoffgehalt der Wässer namentlich im Sonnenlicht sehr rasch verbraucht. Es gelingt indes nach N. Zuntz, trotzdem zu richtigen Zahlen zu gelangen, wenn man im Moment der Probenahme Permanganat-Lösung bis zur bleibenden Rötung zusetzt.

Die Korrektionen. Die bei wissenschaftlichen Gasmessungen unumgänglichen Reduktionen auf Null Grad und 760 mm Druck werden durch ein nach Abfassung vorstehender Beschreibung konstruiertes thermometerähnliches, kleines Luftvolumeter ungemein vereinfacht. Sein röhrenförmiges Gefäss von 70 mm Länge und 7 mm Dicke passt in den Kühlbecher: das 2 mm weite und nur 100 mm lange, offene Rohr enthält einen kurzen Wasserindex. Um eine schnelle Bewegung und ein Zerreissen des Index unmöglich zu machen, ist am offenen Ende des Rohrs ein kurzes Röhrchen gleicher Weite angesetzt, welches mit Baumwolle fest ausgefüllt ist. Hierdurch wird der Luftdurchtritt so gehemmt, dass der Index selbst bei kräftigem Saugen nur langsam vorrückt. Gleichwohl stellt er sich binnen einer Minute vollkommen scharf ein. Das Rohr ist mit einer Prozentskala in der Weise versehen, dass, wenn der Index z. B. auf 8,6 zeigt, das beobachtete Volumen um 8,6 Prozent grösser ist als bei Normalverhältnissen. Durch einfache Division mit 1,086 ergiebt sich also das reduzierte Volumen. Auf den ersten Blick kann man somit den Betrag der Korrektion bereits überschlagen. Das Instrument macht also Barometer, Thermometer und Tensionstabellen bei der Gasanalyse entbehrlich. Die Genauigkeit desselben ist mehr als ausreichend, denn die Strichweite ist etwa gleich 5 mm, sodass man mit aller Schärfe Zehntelprozente abschätzen kann.

Die Reduktion auf den Normalzustand lässt sich auch ganz mechanisch machen. Nach Lunges Vorgang braucht man nur das Gas in der Bürette zugleich mit dem des Volumeters soweit zu komprimieren, bis der Index auf Null gegangen ist, und man hat das reduzierte Volumen vor sich. An Stelle des einfachen Hahnes M kommt ein kleines **T**-Stück mit Dreiweghahn. Der dritte Schenkel wird mittelst Schlauch mit dem Volumeter verbunden, während Schlauch O auf dem anderen freien Schenkel sitzt. Die gewöhnliche Hahnstellung ist die, dass nur O und A kommunizieren, gerade wie beim bisherigen einfachen Hahn M. Sobald aber abgelesen werden soll, dreht man den Hahn so, dass alle drei Kanäle kommunizieren, presst mit dem Munde durch O Luft ein, bis der Index im Volumeter auf Null gegangen, dreht den Hahn in die dritte Stellung und liest das reduzierte Volum des Gases in der Bürette ab. Die bei diesem Verfahren eintretenden, oft nicht unbedeutenden, Ueberdrucke, welche den Bürettenhahn heraustreiben könnten, werden durch den Kunstgriff vermieden, dass man den Index nicht auf Null, sondern auf 11,1 bringt, was in der Regel eine schwache Verdünnung, seltener eine schwache Verdichtung erfordert. Bei 11,1 ist nun aber das Volumen um 10 % zu gross. Man braucht also die an der Bürette abgelesene Zahl nur hinzuschreiben und nachher davon ihren zehnten Teil abzuziehen.

16. Zucker und Stärke.

Die Prüfung der Wässer auf Zucker, Stärke etc. erfolgt nach entsprechender Concentration in bekannter Weise mit Fehling'scher Lösung; oder besser durch Gährung (bei Stärke nach vorheriger Verzuckerung mit Salzsäure und Neutralisation) eventl. z. B. bei Gegenwart von Fasern und Eiweiss durch Verzuckerung der verkleisterten Masse mit Malzauszug

bei 60° C. und Auffüllen auf ein bestimmtes Volumen oder Gewicht, Inversion des Filtrates mit 15 cc Salzsäure auf 200 cc Flüssigkeit und Reduktion von Fehling'scher Lösung unter Abzug des entsprechenden Wertes für Malzauszug.

Qualitativ lässt sich Zucker durch die Schichtprobe mit α-Naphtol und konzentrierter Schwefelsäure (Violettfärbung) rasch und scharf nachweisen.

17. Unzersetzte Eiweissverbindungen.

Zur Bestimmung unzersetzter Eiweissverbindungen werden die Wässer nach Sättigung mit Kohlensäure bei kalkhaltigen Flüssigkeiten auf ein geringes Volumen konzentriert, wenn Schwefelwasserstoff zugegen, hiervon durch Bleiessig befreit und bei 60° C. mit dem Millon'schen Reagens (einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul, welche salpetrige Säure enthält) versetzt. Wenn Eiweissstoffe zugegen, wird die Lösung rosenrot. B. Proskauer empfiehlt hier den Schwefelwasserstoff durch Schütteln mit Bleiglätte fortzuschaffen und eventuell auch durch die Biuretreaktion oder durch Ferrocyankalium und Essigsäure auf gelöstes Eiweiss zu prüfen, jedenfalls aber auch in dem Niederschlage nach ungelöstem Eiweiss zu suchen:

> Bei Anwesenheit von durch Bleisalze fällbaren Eiweissstoffen fällt man mit sehr wenig Bleiessig unter Erhitzen, wäscht den Niederschlag aus und verdaut ihn in 0,5 % Milchsäure enthaltender Flüssigkeit mit Pepsin. Im Filtrat stellt man dann die Biuretreaktion an (Kupfersulfat-Natronlauge).

18. Harnstoff.

100 cc der Flüssigkeit werden mit einigen Tropfen Essigsäure gekocht, filtriert, zur Trockne verdampft, mit Weingeist ausgezogen, der Alkohol verjagt und mit Wasser aufgenommen, auf 3 cc eingedickt. — Reaktion mit salpetersaurem Quecksilberoxyd:

> Man säuert mit Salpetersäure an und lässt unter dem Mikroskop verdunsten. Es erscheinen bei Gegenwart von Harnstoff charakteristische Zwillingsstäbchen von salpetersaurem Harnstoff.

Die Anwesenheit von Harnstoff besagt, dass die Abwässer sehr frisch sind, weil sich der Harnstoff bekanntermassen sehr leicht zersetzt.

19. Fäkalien und Verwesungsprodukte.

Tierische Auswurfstoffe, sowie Verwesungsprodukte von Tier- und Pflanzenteilen enthalten stets in geringen Mengen Phenol, Kresol, Skatol, Indol und verwandte Stoffe, welche mit Diazokörpern, zumal Diazobenzolsulfosäure, intensiv gelb gefärbte Verbindungen liefern, die noch in äusserst starker Verdünnung erkennbar sind.

P. Griess hat hierauf eine Methode begründet, solche, von Harn, Fäces, Verwesungsstoffen etc. herrührende Verunreinigungen nachzuweisen:

100 cc des zu prüfenden Wassers werden in einem hohen Cylinder aus farblosem Glase mit etwas Natronlauge und einigen Tropfen einer frisch bereiteten Lösung von Diazobenzolsulfosäure vermischt. Zum Vergleich werden 100 cc destillierten Wassers in gleicher Weise in einem zweiten Cylinder behandelt und beide auf eine weisse Unterlage gestellt. Man be-

obachtet, ob innerhalb fünf Minuten eine Farbenveränderung eintritt. Ist das nicht der Fall, so kann man bis zu einem gewissen Grade die nahezu vollständige Abwesenheit menschlicher oder tierischer Auswurfs- oder Verwesungsstoffe annehmen. Bezüglich der Intensität der Reaktion können wir die Angaben von Griess bestätigen, dass Menschenharn bei 5000facher, Pferdeharn selbst bei 50000facher Verdünnung deutliche Gelbfärbung giebt.

Fäkalhaltige und besonders harnhaltige Flüssigkeiten geben mit Schwefelsäure (auf 100 cc Flüssigkeit 5 cc konz. Säure) erhitzt eine rötliche Färbung unter Entwickelung des Geruchs nach freien Fettsäuren. (B. Proskauer.)

20. Prüfung auf Haltbarkeit der Abwässer, bezw. Gährungsversuche mit den Wässern.

Die Behörden verlangen vielfach und sehen es als genügenden Erfolg eines Reinigungs-Verfahrens an, wenn sich das betreffende Wasser 1 oder mehrere Tage, unter Umständen bis zu 10 Tagen klar hält, nicht in Fäulnis übergeht; — oder wenn es in einer Schicht von etwa 20—50 cm durchsichtig erscheint u. s. w.

Diese Anforderungen sind ungenau und haben keinen wissenschaftlichen Wert.

Bei den mit Chemikalien behandelten, besonders unter Mitanwendung von Kalk gereinigten Abwässern lässt sich nämlich sehr leicht erreichen, dass dieselben hell und klar aussehen, und sich in gut verschlossenen Flaschen wochenlang klar erhalten, ohne Bakterien und Fäulnis aufkommen zu lassen. — Der überschüssige bezw. freie Kalk verhindert eben die Bildung bezw. Entwickelung der Fäulnis und der Fäulnisbakterien u. s. w.

Bleiben aber die gereinigten, überschüssigen freien Kalk enthaltenden Wässer in offenen Gefässen tage- und wochenlang stehen, so bildet sich allmählich mit Abstumpfung des freien Kalks durch die Kohlensäure der Luft eine weissliche Trübung bezw. ein Bodensatz von sich ausscheidendem unlöslichen kohlensaurem Kalk (mit mehr oder weniger organischer Substanz) und das Wasser enthält wieder zahlreiche Bakterien, ohne dass oft Fäulnisgeruch auftritt.

Die Fäulnisbakterien haben hier eine mehr oder weniger vollständige Zersetzung und Nitrifizierung der gelösten organischen Substanz bewirkt, ohne dass sich diese Zersetzung äusserlich dem Geruchssinn kundgiebt.

Auch ein an sich fauliges, stark nach Schwefelwasserstoff oder Ammoniak riechendes Schmutzwasser verliert beim Aufbewahren in offenen Gefässen infolge Selbstreinigung unter Mitwirkung der Mikroorganismen und durch Hinzutritt des Luftsauerstoffs äusserlich seinen Fäulnischarakter, wird geruchlos und sogar mehr oder weniger farblos und klar.

Es lässt sich also aus dem Verhalten des gereinigten Abwassers bei einfacher Aufbewahrung in verschlossenen und offenen Gefässen zwar kein untrüglich sicherer Schluss ziehen, wie sich dasselbe unverdünnt oder verdünnt in der Natur, d. h. in einem Bache oder Flusswasser verhalten wird, da bei den in diesen Gewässern überall vorhandenen Keimen sehr schnell nach Abstumpfung des in den Abwässern meist überschüssig enthaltenen

freien Kalks durch Kohlensäure mehr oder minder intensive Fäulniserscheinungen mit Pilzbildungen auftreten können, besonders wenn die Entwickelung der Fäulnisbakterien durch wärmere Temperatur gesteigert wird, oder die Menge und Stromgeschwindigkeit des betreffenden Bachwassers eine verhältnismässig geringe ist, so dass es an genügendem Sauerstoff fehlt.

Nichtsdestoweniger ist es von Bedeutung, die Haltbarkeit der gereinigten Abwässer im natürlichen und verdünnten Zustande — 1 : 5 oder 1 : 10 verdünnt, sowohl mit sterilisiertem, destilliertem Wasser, als auch dem an Ort und Stelle der Probe-Entnahme vorhandenen Bach- oder Flusswasser, — durch Aufbewahren in offenen und geschlossenen Gefässen zu ermitteln, bezw. zu verfolgen, innerhalb welcher Zeit sich die vorhandenen organischen Stoffe zersetzen und verschwinden.

Man verfährt alsdann, wie folgt:

a) Je zwei Flaschen mit 0,5—1 Liter des ungereinigten, ursprünglich gereinigten, und nach Abstumpfung des Kalks mit Kohlensäure gereinigten Abwassers, — ferner des mit sterilisiertem, destilliertem Wasser verdünnten und mit dem fälligen Bach- oder Flusswasser verdünnten Abwassers, — endlich des vorliegenden Bach- oder Flusswassers selbst werden offen hingestellt.

b) Dieselbe Anzahl Flaschen werden mit steriler Watte verschlossen offen und

c) eine gleiche Anzahl Flaschen mit gutschliessenden Korken verschlossen hingestellt.

Von diesen Flaschenpaaren wird je eine Flasche bei niederer Temperatur d. h. bei 0—10 ° C., je eine Flasche bei 10—20 ° C. aufbewahrt.

Ist ein Abwasser frei von Fäulnisbakterien, so wird wohl noch eine weitere Reihe d. mit in Gährung oder Fäulnis begriffener Flüssigkeit geimpft.

Die einzelnen Proben werden dann nach Ablauf einer gewissen Zeit untersucht, und zwar chemisch: auf Ammoniak, — organischen Stickstoff oder Albuminoïd-Ammoniak, — salpetrige Säure, — Salpetersäure, — Oxydierbarkeit, — Schwefelwasserstoff, — Färbung, — Geruch u. s. w.; ferner: mikroskopisch, bakteriologisch nach dem Plattenkulturverfahren, und endlich biologisch durch ein Studium der Gährungsvorgänge mit den begleitenden Erscheinungen unter besonderer Berücksichtigung der Frage, ob die Zersetzungen leicht und rasch oder langsam von Statten gehen, was für die Beurteilung des Verlaufes der Selbstreinigung von hoher Bedeutung ist.

Ist ein chemischer Sachverständiger mit derartigen Untersuchungen nicht genügend vertraut, so hat derselbe dafür zu sorgen, dass die betreffenden Wasserproben sofort nach der Entnahme bewährten Fachmännern übermittelt werden.

2. Biologische Untersuchung.

Jedes natürliche Gewässer, in welchem Fische auf die Dauer leben sollen, muss eine hinreichende Menge von Tieren und Pflanzen enthalten, welche den Fischen direkt oder indirekt zur Nahrung dienen.

Werden in einem Fischgewässer die natürlichen Existenzbedingungen durch Verunreinigungen verändert, so reagiert hierauf die Flora und Fauna, entsprechend dem Grade und der Art der Verunreinigung und zwar in doppelter Richtung.

1. Bei hochgradiger Verunreinigung durch Stoffe, welche, wie z. B. die Metallgifte, dem organischen Leben absolut schädlich sind, kann alles tierische und pflanzliche Leben vernichtet werden. In diesem Falle wird ein so verunreinigtes Gewässer, das äusserlich häufig durchaus rein und klar erscheint, frei von Tieren und Pflanzen sein können.
2. Bei weniger intensiven Verunreinigungen oder wenn dieselben durch Stoffe erfolgen, welche, wie z. B. viele organische Abfälle der Städtereinigung, aus Brauereien, Brennereien, Holzschleifereien, Mühlen, Stärkefabriken, Zuckerfabriken, Gerbereien und Anderen als solche dem organischen Leben an sich nicht schädlich sind, wird die Tier- und Pflanzenwelt nicht immer und notwendigerweise völlig verschwinden, sondern nur ihren ursprünglichen Charakter verändern können, indem sie den neuen Existenzbedingungen entsprechend zum Teil erkrankt und abstirbt, zum Teil sich in einseitiger Weise entwickelt.

Es wird daher unter Umständen möglich sein, aus dem Studium der Flora und Fauna einen Rückschluss auf eine etwa vorhandene Wasserverunreinigung zu ziehen.

Eine solche ist als erwiesen zu betrachten:

A. Wenn die in dem Wasser vorhandenen Fische von Krankheiten ergriffen werden resp. daran eingehen, welche nachweisbar unter natürlichen Verhältnissen nicht entstanden wären.

Von derartigen Krankheiten sind z. B. beobachtet: Blutungen der Kiemen infolge von mechanischen Reizen durch Brauneisenstein, Braunkohlen, Steinkohlen etc., Atemnot und Anämie infolge von Verunreinigungen der Kiemen durch Papiermasse, Trübungen der Hornhaut, Erblindung resp. vollständige Zerstörung des Augenbulbus infolge von Abwässern bei Eisenwerken resp. eisenhaltigen Abwässern, Zerstörung grosser Flächen der Oberhaut und der Schuppen, sowie Ecchymosen im Mund und Schlund durch Säuren resp. Alkalien mit nachfolgender Pilzinfection etc.*)

Bei der Beurteilung derartiger Erkrankungen ist jedoch Vorsicht geboten.

Es darf nicht vergessen werden, dass in der Natur unter den Fischen grosse Epidemien nicht zu selten auftreten: z. B. die

*) Hofer, Fischkrankheiten, Zeitschrift für Fischerei 1895.

Sporozoenerkrankungen der Barben in der Maas und Mosel und anderen Flüssen, ähnliche Sporozoeninfektionen in Forellenteichen (Hirninfektion), die sog. Pockenkrankheit der Karpfen, die Rotseuche des Aals, die Forellenseuche, veranlasst durch bacterium salmonicida (Emmerich) die Krebspest etc. etc.*)

Es muss ferner betont werden, dass es eine Reihe von epidemischen Erkrankungen giebt, deren Ursache bisher noch nicht erkannt ist.**)

Auch durch abnorm heftige Hochwasser können auf rein mechanischem Wege Fischbestände schwer geschädigt werden.

Immerhin wird es aber möglich sein, unter sorgfältiger Beobachtung aller Nebenumstände selbst per exclusionem auf eine nicht auf natürlichem Wege entstandene Erkrankung bezw. auf einen gewaltsamen Tod von Fischen sichere Schlüsse zu ziehen.

B. Eine Wasserverunreinigung ist als erwiesen zu betrachten, wenn die niedere Tierwelt

a) entweder vollständig ausgestorben ist resp. nur noch in vereinzelten Exemplaren hier und da vorkommt, so dass sie als Fischnahrung, soweit sie überhaupt dazu geeignet erscheint, nicht mehr in Betracht kommen kann,

b) oder ihren ursprünglichen Charakter auffällig geändert hat.†)

In beiden Fällen hat der Untersuchende einen Vergleich mit einer benachbarten, möglichst gleichartigen, aber von einer Verunreinigung nicht betroffenen Strecke desselben Gewässers herbeizuführen; der Unterschied im Reichtum und in der Zusammensetzung der Fauna ist, wenn möglich, unter Ermittelung von Zahlen bezw. unter Anführung der Arten in den zu vergleichenden Gewässerstrecken festzustellen.

zu a) Eine eingehende Untersuchung der Fauna eines Gewässers wird mit aller wünschenswerten Sicherheit den Mangel jeglichen tierischen Lebens feststellen können.

Dazu ist es notwendig, dass mit feinen Gazenetzen an den verschiedensten Stellen, im freien Wasser, den Uferrändern, namentlich hinter Vorsprüngen, wo das Wasser stagniert, sorgfältig gefischt wird. Es ist ebenso notwendig, den Boden des Wassers wie etwa darin vorhandene Pflanzen, die Ueberzüge

---

*) Näheres Allgem. Fisch.-Zeitg. 1898 No. 4, 1898 No. 2, 1897 No. 6 und No. 20 1898 No. 1, 1898 No. 12, 1898 No. 15.)

**) Gegenüber dem häufig in der Praxis gemachten Einwand, dass Fische, welche durch schädliche Abwässer getötet sind, infolge von Sprengungen mit Dynamit, ungelöschtem Kalk etc. zu Grunde gegangen sein sollen, sei hier bemerkt, dass es möglich ist, aus dem anatomischen Befund an der Fischleiche einen eventuellen gewaltsamen Tod durch Sprengmittel festzustellen. Mit Dynamit, Kalk etc. gesprengte Fische zeigen die Schwimmblase meist zerrissen. Ebenso ist auch die Wirbelsäule häufig in Stücke zerlegt. Wenn Fische zur Untersuchung eingesandt werden, so empfiehlt es sich, dieselben möglichst frisch in Eis und Stroh, jeden für sich in Pergamentpapier oder Leinwand gewickelt, zu verschicken.

†) Es wird dabei aber vorausgesetzt, dass nicht durch umfangreiche Dammbauten, Uferanschüttungen, Korrektionen etc. der Charakter der in Frage stehenden Wasserstrecken geändert worden ist.



Fig. 6.
Gemeiner Flohkrebs.
Gammarus pulex.
(Natürl. Grösse 10—15 mm.)

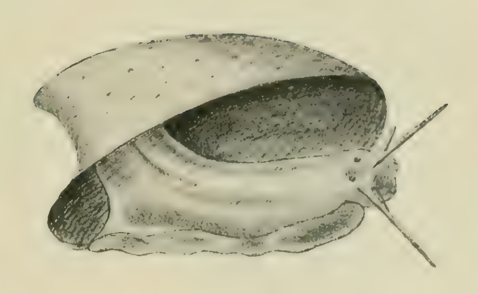


Fig. 7.
Napfschnecke.
Ancylus fluviatilis.
(Natürl. Grösse etwa 5 mm.)

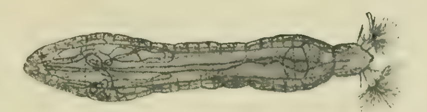


Fig. 8.
Larve der Kriebelmücke.
Simulia ornata.
(Natürl. Grösse etwa 5 mm.)



Fig. 9.
Köcherfliege.
Hydropsyche atomaria.
(Natürl. Grösse etwa 5 mm.)



Fig. 11.
Köcherfliege.
Rhyacophila vulgaris.
(Natürl. Grösse etwa 10 mm.)

nebst Gehäuse.

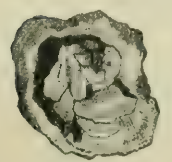


Fig. 10.

nebst Gehäuse.



Fig. 12.



Fig. 13.
Monas vivipara.
(Natürl. Grösse 0,02 mm.)

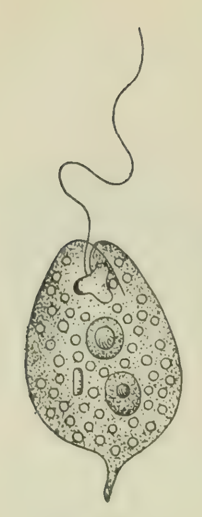


Fig. 14.
Phacus pleuronectes.
(Natürl. Grösse 0,05 mm.)



Fig. 15.
Tetramitus descissus.
(Natürl. Grösse 0,03 mm.)

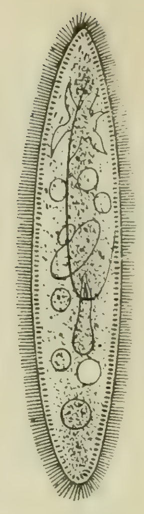


Fig. 16.
Paramaecium putrinum.
(Natürl. Grösse 0,2 mm.)

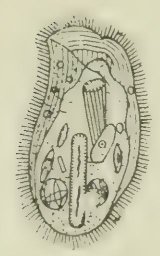


Fig. 17.
Chilodon cucullus.
(Natürl. Grösse 0,3 mm.)

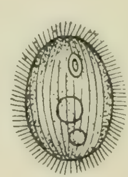


Fig. 20.
Glaucoma scintillans.
(Natürl. Grösse 0,07 mm.)

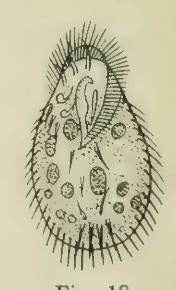


Fig. 18.
Oxytricha fallax.
(Natürl. Grösse 0,18 mm.)

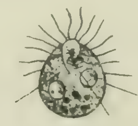


Fig. 19.
Halteria grandinella.
(Natürl. Grösse 0,04 mm.)

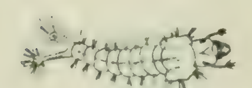


Fig. 22.
Stechmückenlarve.
Culex pipiens.
(Natürl. Grösse etwa 10 mm.)



Fig. 21.
Tubifex rivulorum.
(Natürl. Grösse 20—60 mm.)

auf Steinen, faulenden Holzteilen, Pfählen etc. auf das Vorkommen von Tieren zu prüfen. Wenn in den nach der oben gegebenen Vorschrift (s. S. 8) eingesandten Proben keine Spuren lebender Organismen vorgefunden werden, so darf hieraus indessen noch nicht mit Sicherheit auf das gänzliche Fehlen derselben in dem betreffenden Gewässer selbst geschlossen werden, sondern dieser Befund muss durch eine Untersuchung seitens des Sachverständigen an Ort und Stelle bestätigt werden.

Schwieriger gestaltet sich die Untersuchung, wenn in Folge von Verunreinigungen die Fauna nicht vollständig vernichtet, sondern vorerst mehr oder weniger im Rückgang begriffen ist. In diesem Falle wird nur der Vergleich mit einer möglichst benachbarten und gleichartigen nicht verunreinigten Wasserstrecke Aufschlüsse liefern können, wozu meist ein länger andauerndes Studium notwendig ist. Dasselbe hat sich u. a. auch auf das Auftreten von Kümmerformen zu erstrecken.

zu b). Die tierischen Organismen sind gegen Veränderungen ihrer Lebensbedingungen in verschiedenem Grade empfindlich. Die einen leben nur in sauerstoffreichem und klarem Wasser mit steinigem Untergrund und schnellfliessendem Wasser, andere gedeihen dagegen in faulenden, sauerstoffarmen Gewässern, welche einen tiefen modrigen Untergrund mit vielen ruhigen Stellen aufweisen etc. etc.

So sind z. B. für die schnellströmenden reinen Gewässer der Forellenregion besonders charakteristisch — vergl. Seite 229

1. der gemeine Flohkrebs: Gammarus pulex (Fig. 6),
2. die Napfschnecke: Ancylus fluviatilis (Fig. 7),
3. die Larve der Kriebelmücke: Simulia ornata (Fig. 8),
4. die Larven einzelner Köcherfliegen (Phryganiden): Hydropsyche atomaria (Fig. 9 und 10), Rhyacophila vulgaris (Fig. 11 und 12).

Diese Formen verschwinden in rasch fliessenden Wässern, wenn dieselben durch Abwässer, welche organische Stoffe in reichlicherem Maasse enthalten, verunreinigt werden.

In stehenden, von Natur aus an organischen Stoffen reichen Gewässern finden sich dagegen häufig:

1. gewisse Flagellaten z. B. Monas vivipara (Fig. 13), Phacus pleuronectes (Fig. 14); Tetramitus descissus (Fig. 15);
2. Fäulnisinfusorien z. B. Paramaecium putrinum (Fig. 16); Chilodon cucullus (Fig. 17); Oxytricha fallax (Fig. 18); Halteria grandinella (Fig. 19); Glaucoma scintillans (Fig. 20).
3. Gewisse Würmer (z. B. Tubifex rivulorum (Fig. 21), Limnodrilus Dudekemianus).
4. Muscheln und Schnecken.
5. Stechmückenlarven (Culex pipiens, Fig. 22) etc.

Diese Formen können auch zum Teil in auffallend grosser Menge in fliessenden Gewässern auftreten, wenn dieselben mit organischen Stoffen angereichert werden, also auch bei Verunreinigungen mit Abfällen organischer Natur. Es ist wohl selbstverständlich, dass die vorstehend aufgeführten Spezies nun nicht etwa in jedem reinen resp. in jedem verun-

reinigten Wasser vorkommen müssen. Sie sind nur innerhalb ihres sonstigen Verbreitungsgebietes gewissermassen als „Leitformen“ zu betrachten.

C. Eine Wasserverunreinigung ist als erwiesen zu betrachten:

a) wenn die Flora des Gewässers, und zwar sowohl die höheren wie die niederen Pflanzen, abstirbt oder einen schnellen und auffälligen Rückgang zeigt;

b) wenn unter den niederen Pflanzen die grünen, reines Wasser liebenden Algen zurücktreten oder verschwinden, und andere organische Verbindungen zu ihrer Ernährung bedürfende Algen und Pilze überhandnehmen.

Die Methoden zur Untersuchung dieser Verhältnisse entsprechen im allgemeinen den Gesichtspunkten, welche für die vergleichende Untersuchung der Tierwelt (sub 2) bereits als massgebend hervorgehoben sind.

zu a). Die Zusammensetzung und der Vegetationszustand des Bestandes an höheren und niederen Pflanzen in einem Wasserbehälter giebt oft Anhaltspunkte für die Beurteilung des Wassers.

In dieser Hinsicht ist darauf zu achten, ob an einer der Verunreinigung verdächtigen Stelle sich die Pflanzen nach Menge und Artenzahl von denjenigen anderer Stellen desselben, oder auch eines ähnlichen benachbarten Gewässers unterscheiden. Ferner ist festzustellen, ob auffallende Veränderungen in der Flora, besonders das Absterben oder Kränkeln aller Pflanzen oder eines Teiles derselben, vor kurzem stattgefunden haben, und ob sie schnell oder allmählich vor sich gegangen sind. Plötzliches Absterben der Pflanzen eines Gewässers muss, wenn nicht eine andere Ursache ersichtlich ist, als ein Zeichen starker Verunreinigung betrachtet werden. Ebenso deutet vollständiges Fehlen höherer Pflanzen in Teilen eines Gewässers, welches im übrigen den gewöhnlichen Pflanzenbestand aufweist, auf starke Verunreinigung der vegetationslosen Strecken hin; mit der fortschreitenden Reinigung eines fliessenden Gewässers stellen höhere Pflanzen sich allmählich wieder ein. So zeigte sich in bestimmten Fällen, dass stromabwärts von der Quelle der Verunreinigung in einem Flusse nach einer ganz vegetationslosen Strecke nach einander wieder auftraten: von Wasserpflanzen Potamogeton pectinatus (Fig. 23), Ranunculus fluitans (Fig. 24), Lemna minor (Fig. 25), Ceratophyllum demersum (Fig. 26), von Uferpflanzen Sparganium ramosum (Fig. 27), Sagittaria sagittaefolia (Fig. 28), Glyceria spectabilis (Fig. 29), Butomus umbellatus (Fig. 30), Alisma plantago (Fig. 31). Dagegen scheinen gegen Verunreinigungen besonders empfindlich, und daher Anzeichen sehr reinen Wassers zu sein: Hippuris vulgaris (Fig. 32), Callitriche vernalis (Fig. 33) und Montia rivularis (Fig. 34), auch die Seerosen, Nymphaea alba (Fig. 35) und Nuphar luteum (Fig. 36), und Scirpus lacustris (Fig. 37).

zu b). Im allgemeinen lieben die rein grün gefärbten Algen, welche entweder frei im Wasser schwimmen, oder Ueberzüge, Büschel, Rasen u. s. w. auf im Wasser liegenden Gegenständen bilden, reines Wasser, und man darf deshalb das Vorhandensein einer reichlichen und normal wachsenden Vege-

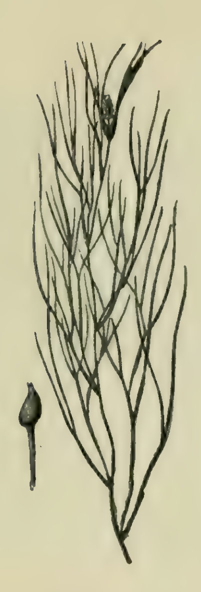


Fig. 23.
Fadenblättriges Samkraut.
Potamogeton pectinatus.

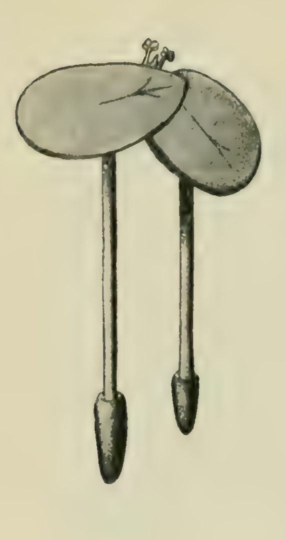


Fig. 24.
Kleine Wasserlinse.
Lemna minor.



Fig. 25.
Flussranunkel.
Ranunculus fluitans.



Fig. 26.
Rauhes Hornblatt.
Ceratophyllum demersum.



Fig. 27.
Aestiger Igelkolben.
Sparganium ramosum.



Fig. 28.
Gemeines Pfeilkraut.
Sagittaria sagittifolia.



Fig. 29.
Wasser-Schwaden.
Glyceria spectabilis.



Fig. 30.
Wasserliesch.
Butomus umbellatus.



Fig. 31.
Gemeiner Froschlöffel.
Alisma plantago.



Fig. 32.
Tannenwedel.
Hippuris vulgaris.

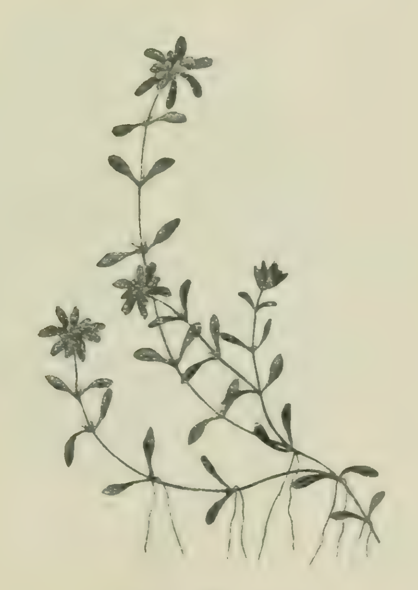


Fig. 33.
Frühlings-Wasserstern.
Callitriche vernalis.



Fig. 34.
Bach-Quellkraut.
Montia rivularis.



Fig. 35.
Weisse Seerose.
Nymphaea alba.

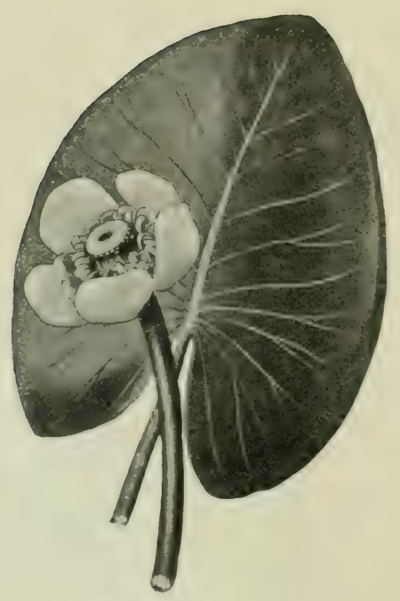


Fig. 36.
Mummel.
Nuphar luteum.



Fig 37.
See-Simse.
Scirpus lacustris.

tation grüner Algen — namentlich in stehendem oder langsam fliessendem Wasser — als Zeichen der Reinheit des letzteren ansehen. Ansammlungen von Bacillarien (Diatomeen) finden sich in Wässern von sehr verschiedener Beschaffenheit; deshalb ist es nötig, wenn man aus ihrem Vorhandensein einen Schluss auf die Beschaffenheit des Wassers ziehen will, die vorkommenden Arten genau zu unterscheiden. Auch giebt es grüne Algenarten, wie Vaucherien, Scenedesmus, Raphidium, Pediastrum, die ausser in reinem, auch in verunreinigtem Wasser vorkommen. Deshalb wird die Beurteilung der Beschaffenheit eines Wassers auf Grund der Zusammensetzung der niederen Flora vorläufig in der Regel noch sachkundigen Botanikern überlassen werden müssen.

Ein Zeichen für eine vor kurzer Zeit eingetretene Verunreinigung eines Gewässers ist das Vorhandensein der normalen niederen Vegetation, aber in abgestorbenem oder kränkelndem Zustande. Das Absterben der Algenzellen giebt sich in der Regel durch Zusammensinken des lebendigen Zellinhaltes und durch Missfärbungen oder Umfärbungen der gefärbten Inhaltsbestandteile zu erkennen.

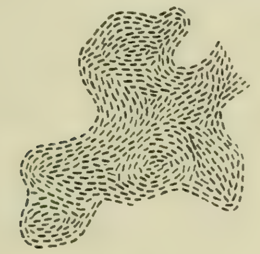


Fig. 38.
Stäbchen-Bakterien (Bacillus)
(600 fach vergrössert.)

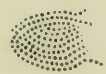


Fig. 39.
Kugel-Bakterien (Micrococcus).
(600 fach vergrössert.)



Fig. 40.
Leptomitus lacteus.
(300 fach vergrössert.)



Fig. 40 a
Oscillatoria tenuis.
(300 fach vergrössert.)

Weiter ist es ein Beweis für die Anwesenheit organischer Verunreinigungen im Wasser, wenn sich in demselben vorfinden:

1. grössere Mengen von Bakterien (Fig. 38 u. 39), besonders auch Sphaerotilus natans, der in Wasserläufen, die durch gewisse Fabrikabwässer verunreinigt sind, häufig in ungeheuren Massen alle im Wasser befindlichen Gegenstände überzieht und grosse, schmutzige, wolleähnliche Flocken und Rasen bildet; ferner auch Beggiatoa-Arten, die als kreideweisse, oft schimmelige Ueberzüge und Anflüge erscheinen;
2. gewisse Fadenpilze, wie namentlich Leptomitus lacteus (Fig. 40) (im Auftreten und Aussehen mikroskopisch wie Sphaerotilus);
3. zahlreiche Algen aus der Abteilung der Cyanophyceen; dieselben sind daran kenntlich, dass in ihrem Inhalt nicht reingrüne Farbstoffe enthalten sind, sondern blaugrüne, blaue, olivengrüne und ähnliche Färbungen vorkommen. Besonders die Familie der Oscillatorien (lange biegsame, mit einer vorwärts kriechenden Bewegung begabte Fadenalgen) liebt verunreinigtes Wasser und grössere Mengen von Oscillatorien sind deshalb ein Anzeichen für solches. (Fig. 41.)

3. Bakteriologische Untersuchung.

Die allgemeinen Grundsätze, welche bei der bakteriologischen Untersuchung verunreinigter Gewässer maassgebend sind, schliessen sich in vielen Punkten dem bei der Besprechung der biologischen Untersuchung Gesagten an. In jedem natürlichen Wasser, das mit Fischen bevölkert ist, finden sich neben Tieren und höher stehenden Pflanzen auch niedrigste Pflanzenformen, Bakterien in grösserer oder geringerer Zahl.

Bei Verunreinigungen durch Stoffe, die wie die Metallgifte dem organischen Leben absolut schädlich sind, wird die Zahl der Bakterien herabgemindert, wie wir dies bereits bei der biologischen Untersuchung kennen lernten, unter Umständen unter Abtötung jeden bakteriellen Lebens. Bei Verunreinigungen aber, welche dem organischen Leben nicht an sich schädlich sind, besonders bei Verunreinigungen mit organischen Stoffen wächst die Zahl der Bakterien meist ausserordentlich rasch, der schnellen Vermehrungsfähigkeit der Bakterien unter für sie günstigen Ernährungsbedingungen entsprechend, und zwar lange bevor eine Veränderung des Wassers in biologischer Beziehung sich geltend macht.

Es kann deshalb aus dem Gehalt eines Wassers an Bakterien bis zu einem gewissen Grade auf die Menge der in demselben enthaltenen organischen Substanz geschlossen und angenommen werden, dass in dem betreffenden bakterienreichen Wasser günstige Ernährungsbedingungen für dieselben vorliegen in Gestalt zersetzungsfähiger organischer Stoffe.

Von den Stoffen letzterer Art beanspruchen die stickstoffhaltigen, nicht flüchtigen organischen Substanzen, in erster Linie die Eiweisskörper und die diesen nahestehenden Verbindungen, ferner die Körper kohlehydratartiger Natur, und namentlich darunter die Kohlehydrate selbst, unser ganz besonderes Interesse. Erstere sind nämlich im Stande, unter dem Einflusse des bakteriellen Lebens Produkte zu liefern, welche die Erscheinung der sogenannten „stinkenden“ Fäulnis bedingen; letztere gehen dagegen Zersetzungen ein, die man als „Gährungen“ aufzufassen pflegt. Beide Vorgänge sind aber neben der Erzeugung anderer Missstände im Stande, das Leben der Fische stark zu gefährden. Aus diesem Grunde schon wird man dem Bakterienreichtum der Gewässer seine Aufmerksamkeit zuzuwenden haben, dabei aber die gewonnenen Resultate nur unter Zugrundelegung der spezifischen Natur der Verunreinigungen, mithin von Fall zu Fall, und unter Berücksichtigung aller lokalen Verhältnisse für die Beurteilung verwerten.

Was die Gegenwart pathogener, also krankheitserregender Bakterien anlangt, so ist jedes Oberflächenwasser verdächtig, derartige Keime zu enthalten, weil es an jeder Stelle und zu jeder Zeit schon durch menschliche Abgänge infektiöser Art infiziert werden kann. Die Methoden zur Auffindung derartiger Schädlichkeiten schlagen je nach der Art des Infektionserregers, welcher in Betracht kommt, verschiedene Wege ein; für choleraverdächtiges Wasser ist das Verfahren ein anderes, wie für typhusverdächtiges. Das Auffinden der Typhuskeime bildet eine der schwierigsten Untersuchungen, ist aber in neuerer Zeit in vereinzelten, dafür günstig liegenden Fällen gelungen.

Infektionsverdächtig ist nicht allein das Wasser, welches die Abgänge des Menschen und seines Haushaltes enthält, sondern vielfach auch das Abwasser der Gewerbe und Industrien, welche tierische Stoffe verarbeiten.

Die bakteriologische Untersuchung hat also zunächst die Menge der im Wasser vorhandenen Bakterien festzustellen. In gutem, nicht übermässig verunreinigtem Wasser finden sich nur wenige Bakterien in einem Kubikcentimeter vor. Bei stärkeren, also praktisch wichtigen Verunreinigungen, handelt es sich immer um eine sehr starke Vermehrung, also um die Konstatierung von Tausenden von Keimen in 1 cc Wasser. Die sichersten Schlüsse erlaubt nur eine vergleichende, womöglich in bestimmten Zwischenräumen ausgeführte Untersuchung: Tritt in einem Wasser, dessen Keimzahl vorher gering war, plötzlich eine Vermehrung der Bakterien auf, so handelt es sich immer um den Zutritt von Nährstoffen für Bakterien, d. h. von organischen Schmutzstoffen.

Hierbei sind aber auch die meteorologischen Verhältnisse mit zu berücksichtigen, denn es ist eine bekannte Erfahrung, dass die Zahl der Bakterien in Wasserläufen während und nach dem Zutritt von Meteorwässern mehr oder minder stark zuzunehmen pflegt. Zuflüsse von der Bodenoberfläche vermehren die Keimzahl ebenfalls bedeutend. Ferner hätte die bakteriologische Untersuchung die Prüfung der Arten der im Wasser vorhandenen Bakterien vorzunehmen, da aus der Beobachtung, welche Keime in überwiegender Zahl vorhanden sind, mitunter auf den Grad und die Art der Verunreinigung geschlossen werden kann, wie dies bei der biologischen Untersuchung mit Erfolg geschieht.

Ausführung der Untersuchung. Die bakteriologische Untersuchung des Wassers lässt nur Schlüsse zu, wenn zwischen der Wasserentnahme und Wasseruntersuchung keine Vermehrung der Bakterien stattgefunden hat. Dieselbe hat also, wie oben bereits bemerkt, nur Wert, wenn das Wasser sogleich untersucht, oder während der Zeit zwischen Entnahme und Untersuchung kalt gehalten wird. Erfolgt die Untersuchung daher erst, nachdem das Wasser einen längeren Transport durchgemacht hat, so ist zunächst zu konstatieren, welche Temperatur im Innern des zur Verpackung verwendeten Behältnisses herrscht.

Ueberschreitet diese Temperatur die Höhe von 5° Celsius nicht, so wird der Bakteriengehalt des Wassers sich voraussichtlich nicht wesentlich verändert haben. — Der Zusatz von wachstumshemmenden Mitteln behufs Konservierung des Wassers ist unzulässig.

Die Bestimmung der Anzahl der Bakterien geschieht nun in folgender Weise: Nährgelatine*), die in der Menge von 10 cc in Reagensröhrchen gefüllt und unter Verschluss mit einem Baumwollbausch darin sterilisiert wurde, wird in einem Becherglas mit Wasser von ca. 30° C. verflüssigt. Den einzelnen Röhrchen werden dann mit steriler Pipette abgestufte Mengen des

*) Es ist natürlich nicht gleichgültig, welche Nährgelatine zur Anwendung kommt, ob Fleischsaftgelatine, saure oder alkalische Gelatine etc. Die Auswahl der richtigen Nährgelatine oder des Nährbodens überhaupt muss sich nach der Natur der Abwässer richten und dem die Untersuchung ausführenden Bakteriologen überlassen bleiben. W.

zu untersuchenden Wassers zugesetzt und das Wasser durch Hin- und Herneigen des Röhrchens möglichst gleichmässig mit der Gelatine vermischt, wobei das Auftreten von Luftblasen durch zu starkes Schütteln thunlichst vermieden werden soll. Darauf wird der Inhalt jedes Röhrchens auf den Boden einer sterilen Doppelschale, einer sogenannten Petrischen Schale, ausgegossen, so zwar, dass man nach Entfernung des Wattepfropfens die Randstelle des Röhrchens, über welche die Gelatine entleert werden soll, durch Hineinhalten in die Flamme eines Bunsen-Brenners (oder einer Spiritusflamme) noch besonders sterilisiert. Die Schale muss dabei horizontal stehen, damit sich die Gelatine gleichmässig über der ganzen Bodenfläche verteilt.*) Man bedient sich hierzu eines sogenannten Nivellierdreiecks (Figur 41). Dasselbe besteht aus einem hölzernen Dreieck mit drei verstellbaren Schrauben als Füssen, auf welches eine Glasplatte gelegt ist. Mit Hülfe einer Libelle wird durch Regulierung der Fussschrauben die Glasplatte und mit ihr die Petrische Schale (bezw. die Kochsche Platte) horizontal gestellt.

Man kann auch das zu untersuchende Wasser in abgemessener Menge in die untere Petrischale bringen, dann in der beschriebenen Weise die Gelatine darauf ausgiessen und nach Bedecken mit der oberen Schale Wasser und Nährboden durch Hin- und Herbewegen der Schalen mischen. Dieses Verfahren hat den Vorzug, dass in den Reagensröhrchen das zu untersuchende Wasser nicht zurückbleibt und Verluste vermieden werden.

Die Abstufungen des Wasserzusatzes werden in der Weise hergestellt, dass man zu verschiedenen Mengen sterilisierten destillierten Wassers bestimmte Mengen von dem zu prüfendem Wasser mit steriler Pipette zusetzt, gut umschüttelt und dann erst wieder die Gelatineröhrchen mit diesen Verdünnungen beschickt.

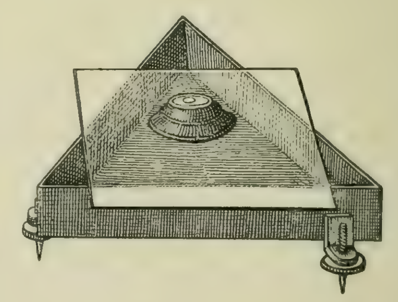


Fig. 41.

Wichtig ist, dass alle zur Probeentnahme und zu deren Verdünnung verwendeten Instrumente, Gefässe und Flüssigkeiten frei von Keimen, steril sind, und bei den notwendigen Manipulationen das Hineingelangen fremder Keime aus der Luft, von den Fingern oder Kleidern des Untersuchers etc. streng vermieden wird.

*) Früher wurde die geimpfte Gelatine auf sterile Glasplatten gegossen, wobei die horizontale Lage derselben unbedingt nötig war, um ein Herabrinnen der zähflüssigen Masse zu vermeiden. Man verwendete dabei, d. h. bei der Kochschen Plattenkultur, eine Bezeichnung, welche auch für die Schalen beibehalten wurde, um das Erstarren der Gelatine zu beschleunigen, einen Kühlapparat. Derselbe besteht aus einer weiten Glasschale, in welcher eine zweite etwas kleinere mit wenig höherem abgeschliffenem Rande sich befindet. Die innere Schale wird nun mit Eis und Wasser vollständig gefüllt und durch Aufschieben einer mattgeschliffenen Glasplatte geschlossen. Der ganze Kühlapparat wird darauf, wie oben erwähnt, horizontal gestellt, die sterile Platte auf die gekühlte Glasplatte gelegt und die darauf ausgegossene Gelatine möglichst in eine viereckige gradlinige Form, was sich bei einiger Übung leicht lernen lässt, gebracht. Die Plattenkultur lässt man unter einer aufgeschliffenen Glasglocke abkühlen und erstarren. Das Wachstum der Platte erfolgt dann in grossen sterilen Doppelschalen. W.

Die, wie oben beschrieben, hergestellten Gelatineplatten bleiben ruhig stehen, bis die Gelatine erstarrt ist und sind dann bei etwa 20—22° C. im Dunkeln aufzubewahren. In ca. 48 Stunden sind die einzelnen Keime zu makroskopisch sichtbaren Kolonien ausgewachsen und können dann mittelst einer Lupe oder bei schwacher Vergrösserung unter dem Mikroskop gezählt werden. Wann diese Zählung am besten vor sich geht, ist von vornherein nicht genau zu bestimmen. Das Wachstum der im Wasser vorkommenden Bakterien verläuft sehr verschieden schnell. Finden sich daher sehr rasch wachsende, besonders stark verflüssigende Keime auf den Platten, so muss die Zählung sehr bald begonnen werden, während man andernfalls meist mit Vorteil recht lange mit der Zählung wartet. Es ist deshalb angezeigt, mehrere Tage nach einander die Zählung vorzunehmen, da sehr langsam wachsende Keime oft erst spät zur Beobachtung und Zählung kommen können.

In neuester Zeit ist ein anderer Nährboden für die bakteriologische Wasseruntersuchung empfohlen worden*), dessen Vorzüge vor der Gelatine darin bestehen, dass eine viel grössere Zahl der im Wasser enthaltenen Bakterien auf demselben zur Entwicklung kommen soll. Es findet ferner hierbei keine Verflüssigung des Nährbodens statt, was bei der Verwendung der Nährgelatine häufig eine längere Beobachtung der Platte unmöglich macht. Allerdings muss dabei zunächst, weil noch nicht ausreichend bekannt, auf ein charakteristisches Unterscheidungsmittel der Keime verzichtet werden.

Der Nährboden besteht aus: 12,5 gr Agar-Agar und 7,5 gr Albumose Heyden (zu beziehen aus der chemischen Fabrik von v. Heyden in Radebeul bei Dresden) in einem Liter destillierten Wassers Erfahrungen mit diesem Nährboden liegen in grösserem Umfange aber noch nicht vor.

Vor Beschickung der Reagensröhrchen muss der Nährboden durch Kochen gelöst und dann vor Zusatz der Wasserprobe in warmem Wasser von etwa 40° Celsius auf diese Temperatur abgekühlt werden. Nach dem Giessen und Erstarren der Platte werden die Petrischen Doppelschalen umgekehrt, um die Verunreinigung durch vom Deckel der Schale herabfallende Tropfen des Condenswassers zu vermeiden, bei etwa 20° Celsius aufbewahrt, und können dann während 10 Tagen und darüber hinaus untersucht werden.

Ferner wird verlangt, dass zur Sicherung der Resultate mindestens 5 Proben desselben Wassers gleichzeitig untersucht werden; aus den Untersuchungsresultaten soll dann das Mittel gezogen werden.

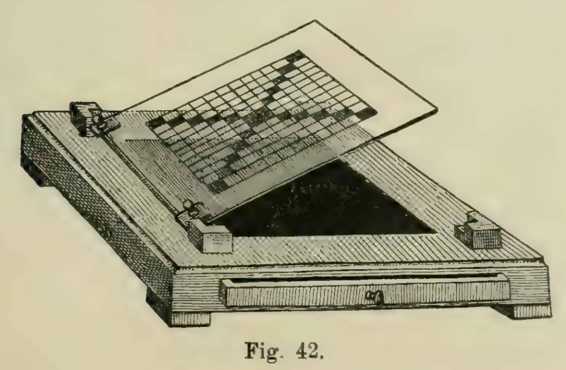


Fig. 42.

Um nicht alle Kolonien zählen zu müssen, empfiehlt sich die Anwendung einer Zählplatte: Figur 42. Dieselbe besteht aus einer Glasplatte, welche in Felder von je 1 Quadratcentimeter geteilt ist und über die Petrische Schale gelegt wird. Man zählt nun eine Anzahl Felder aus, berechnet das Mittel der gefundenen Zahlen

*) Vergl. Hesse und Niedner, Zeitschrift für Hygiene, Bd. 29, S. 460.

und multipliciert mit dem Flächeninhalt der Petrischen Schale an Quadratcentimetern, den man durch die Formel $r^2\pi$ findet. Ist eine Zählplatte nicht vorhanden, so kann man sich dadurch helfen, dass man die Aussenseite des Bodens der Schale mit einem Farbstift in 8—16 gleiche Segmente teilt und die Kolonien einer Anzahl dieser Segmente zählt. Neuerdings sind Petrische Doppelschalen erhältlich, deren Innenschale an der Aussenfläche eine eingeätzte Quadrierung trägt, wodurch die Zählplatte überflüssig wird. (Zu beziehen von Warmbrunn, Quilitz u. Comp. in Berlin.) Gut zählbar sind Platten, auf denen sich nicht mehr als 1000 Keime entwickelt haben. Man stellt daher stets verschiedene Verdünnungen des zu prüfenden Wassers her und wählt die passende für die Zählung aus. Figur 43 zeigt eine Platte, auf der die Kolonien so dicht stehen, dass eine Zählung nicht möglich ist, Figur 44 stellt eine noch gut zählbare Platte dar.

Beim Zählen mit dem Mikroskop verfährt man ungefähr in gleicher Weise (vergl. Neisser, Z. f. Hygiene Bd. 20 S. 118); das Verfahren giebt durchschnittlich höhere Werte und ist genauer.

Der Zählung kann eine Betrachtung, eventuell Reinzüchtung der verschieden aussehenden Kolonien und ein Studium ihrer Reinkulturen folgen.

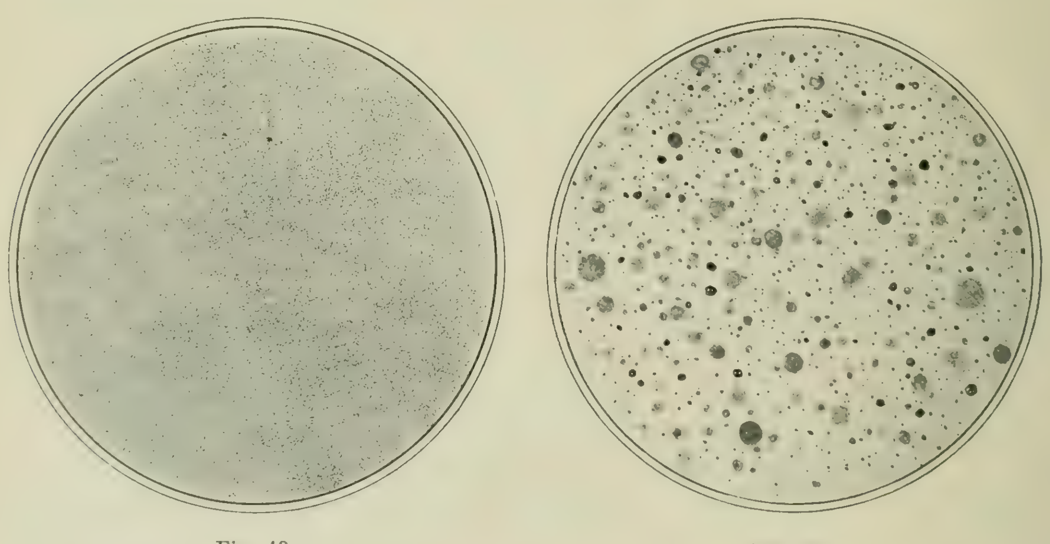


Fig. 43. Fig. 44.

Doch ist man, wie oben bemerkt, bis jetzt noch nicht so weit gekommen, aus der Menge und Art der verschiedenartigen Bakterien auf den Grad und die Art der Wasserverunreinigung Schlüsse ziehen zu können.

Auf die Methoden, nach welchen dabei zu verfahren ist, kann hier nicht näher eingegangen werden, sie sind in jedem Lehrbuch der Bakteriologie, speziell in Mez, Mikroskopische Wasseranalyse, Berlin 1898, und Flügge, Die Mikroorganismen, Leipzig 1896, genauer beschrieben.

C. Allgemeine Grundzüge für die Beurteilung eines Fischwassers.

Unter einem Fischwasser versteht man ein Gewässer (See, Teich, Fluss, Bach), in welchem Fische sich dauernd aufhalten, auf natürliche Weise ernähren und heranwachsen, sowie zur Fortpflanzung gelangen können. Ferner muss dasselbe die Bedingungen bieten, welche dem Fischer gestatten, die zu seiner Nutzung erforderlichen Fangmethoden auszuüben. Mit anderen Worten ausgedrückt: müssen wir von einem Fischwasser verlangen, dass es für den Fisch die natürlichen Bedingungen als Wohnung, Weide und Wochenstube bietet und dem Fischer ein zugängliches Jagdgehege sei.

1. Als Bedingungen für einen gesunden Aufenthalt (Wohnung und Heimstätte) der Fische müssen wir erwarten:
   a) eine natürliche Boden- und Ufer-Beschaffenheit,
   b) die für ein dauerndes Verweilen der Fische zuträgliche Temperatur des Wassers,
   c) einen hinreichenden Sauerstoffgehalt nebst
   d) einem genügenden Salzgehalt (Nährstoffe) bei Abwesenheit eines Uebermaasses derselben sowie das Nichtvorhandensein von Giften.
2. Für eine natürliche Ernährung und ein gedeihliches Wachstum (Futterplatz und Weide) würden wir, selbstverständlich neben dem Obigen, zu rechnen haben und zwar in hinreichender Menge
   a) auf die Anwesenheit von zur Nahrung geeigneten Pflanzen und
   b) den hierzu geeigneten Tieren.
3. Als unentbehrliche Bedingungen der Fortpflanzung (Wochenstube und Kindergarten) treten weiter hinzu
   a) eine besondere zum Fortpflanzungsgeschäft gewissen Fischen erforderliche Beschaffenheit des Bodens und der Ufer,
   b) die Anwesenheit von geeigneten Pflanzen, welche bestimmten Fischen zum Absetzen ihrer Fortpflanzungsprodukte dienen,
   c) entsprechende Strömungs- und Tiefenverhältnisse sowie
   d) die Abwesenheit störender Einflüsse.
4. Bedingungen für eine gewerbegerechte Ausnützung der Fischgewässer (Jagdgehege) durch den Fischer wären:
   a) eine geeignete Beschaffenheit der Ufer und ihrer Umgebung,
   b) geeignete Beschaffenheit des Grundes,
   c) des Wassers in Bezug auf Reinheit, bezw. Durchsichtigkeit oder Trübung und endlich
   d) ganz allgemein die Abwesenheit sonstiger Störungen.

Sehen wir uns nun diese vier Grundbedingungen, welche ein Fischwasser zu erfüllen hat und die wir deshalb bei Beurteilung seiner Brauchbarkeit beziehungsweise im Hinblick auf die in dasselbe hineingetragenen Störungen seiner natürlichen und normalen Funktionen zu beachten haben, etwas näher an.

I. Das Fischwasser als Wohnung und Heimstätte der Fische.

Boden- und Uferbeschaffenheit. Jeder Fisch verlangt in seinem Heim gewisse geschützte Stellen, auf denen er der Ruhe pflegen kann, in Gestalt von Verstecken und Unterschlupfen, die er nach Bedürfnis aufsucht. Besonders in rasch fliessenden Gewässern ist deren Bewohnern die Anwesenheit solcher Ruhepunkte unerlässlich. Forellengewässer, welche dieser Bedingungen entkleidet werden etwa durch Herausholen vorspringender Steine, Entfernung von Kiesbänken und Einebnung von Untiefen, Befestigungen der Ufer u. A. m. veröden auf diesen Strecken vollständig, auch wenn das Wasser sonst alle dem Leben der Forelle erspriesslichen Ernährungsbedingungen aufweist. Kanalisationen der Ströme üben nach dieser Richtung ganz allgemein die verderblichsten Einflüsse auf die Fischbestände aus. In ihrem Gefolge werden die natürlichen Ruhepunkte, welche auch der natürliche Pflanzenbestand fördert, vernichtet und damit die Fische gezwungen, sich ihnen genehmere Heimstätten aufzusuchen. Der Wert des betreffenden Fischgewässers sinkt auf ein Minimum, ohne dass auch nur ein Fisch direkt an seinem Leben geschädigt worden wäre!

Es kann zwar unter Umständen vorkommen, dass beim Fehlen des natürlichen Pflanzenwuchses, jedoch bei Anwesenheit von Ruhestellen, wie sie völlig ausgebaute Stromstrecken innerhalb von Ortschaften bieten, in Gestalt von zerbrochenem Topfgeschirr und anderem überflüssigen Hausrat, welche der Ordnungssinn (!?) der Bevölkerung in das Wasser beförderte, dank der reichen Nahrungsquellen aus den Haushaltungen Fische, ja selbst Forellen gut gedeihen An eine Fortpflanzung derselben ist unter solchen Verhältnissen aber nicht zu denken, wie das Beispiel des Georgen-Baches in Starnberg u. a. lehrt, bei dessen Abfischung sich nach seiner Kanalisation niemals Brut oder Jungfische vorfanden; ja selbst ausgesetzte Forellenbrut geht dort regelmässigzu Grunde, während eingesetzte Jährlinge wegen der vielen, aus menschlichen Haushalten in das Wasser gelangten künstlichen Nahrung recht gut abwachsen.*)

Temperatur. Die heimischen Gewässer unserer mittleren Breiten schwanken in ihren Wassertemperaturen zwischen 0 und 25° C. In tiefen Seen sinkt die Wärme, ausser an der Oberfläche, nicht wesentlich unter 4° C.

Bei Temperaturen unter 4—6° C. tritt bei den meisten karpfenartigen Fischen ein eigenartiger schlafähnlicher Zustand ein, der Winterschlaf; die Tiere nehmen keine Nahrung ein und vergraben sich im Schlamm, wo sie ohne Bewegung ruhen. In der Winterung magern sie ab. Menschliches Eingreifen, diesen Umständen gegenüber, ist ausgeschlossen. In

*) A. Schillinger-München Allg. Fischerei-Zeitung 1898.

der übrigen Zeit ausserhalb des strengen Winters herrschen höhere Temperaturen, die erst an ihren oberen Grenzen den Fischen gefährlich werden können, besonders wenn im Sommer Niederwasser oder gar Wassermangel der Erwärmung Vorschub leistet. Je nach der Art der Fische sind die noch erträglichen oberen Temperaturgrenzen verschieden.

Bei den salmonidenartigen Fischen, denen ein Wasser von einer mittleren Temperatur von 10—14° C am zuträglichsten ist, liegt der Grenzwert für dauernden Aufenthalt bei etwa 16° C., doch werden, wie J. Frenzel*) nachgewiesen, bei Anwesenheit reichlicher Mengen von Atemsauerstoff noch 25° C. und darüber längere Zeit ertragen. In der Natur können wir deshalb annehmen, dass Wasserfälle, rascher Lauf in felsigem hindernisreichem Bett selbst hohe Erwärmungen noch erträglich erscheinen lassen. Weitaus höhere Temperaturen, d. h. 25—30° C, vertragen, ja brauchen in ihrer Hauptwachstumszeit die Cypriniden oder karpfenartigen Fische, deren Wachstum und Fresslust, wie wir hier vorgreifend bemerken, durch den dauernden Aufenthalt in kaltem Wasser (unter 12° C.) direkt gehemmt beziehungsweise ungünstig beeinflusst wird. Unsere anderen Nutz- und Wildfische bewegen sich in ihren Wärmeansprüchen zwischen den Grenztemperaturen der beiden erwähnten Arten. Auf ihr Anpassungsvermögen für warmes Wasser können wir in dem Sinne ihrer Wohnungsgemeinschaft mit Salmoniden oder Cypriniden schliessen. Auch bei den Warmwasserfischen gilt die Regel, dass Sauerstoffüberfluss ihr Widerstandsvermögen gegen warmes Wasser steigert. Sie vertragen nach J. Frenzel in durchlüftetem Wasser noch 30° C. und darüber, doch dürfen wir damit kaum rechnen, da in dem Aufenthaltswasser dieser Fische eine Sauerstoffzufuhr durch Strömungen meist ausgeschlossen erscheint. Hier kann ein menschlicher Eingriff angenommen werden, wenn auch natürlich ein beabsichtigtes Erwärmen ausgeschlossen erscheint, durch fahrlässiges Einströmenlassen von heissem Wasser oder in gelegentlichen seltenen Fällen heissem Dampf. Es ist mithin bei solchen Vorkommnissen darauf zu achten, dass derartige Einflüsse, welche im Stande wären dem Fischwasser oder einem Teil desselben Temperaturen von über 16° C. in Salmonidengewässern — oder über 25° C. in Cyprinidengewässern zu verleihen, ausgeschlossen werden. Kühlvorrichtungen oder Mischbassins zu entsprechender Vorkühlung müssten hier eingeschaltet werden.

Luftgehalt, Sauerstoff. Der Luftgehalt oder, was uns im Interesse der Fische wesentlich nur berührt, der Gehalt an Sauerstoff eines normalen Fischgewässers richtet sich, von dem Luftdruck abgesehen, wesentlich nach der Temperatur bezw. dem durch die letztere bedingten Lösungsvermögen des Wassers für Sauerstoffgas und schwankt begreiflicherweise mit dieser. Die nachstehende Tabelle ergiebt die Löslichkeit der Luft in 1 Liter Wasser, reduziert auf 0° und 760 mm Druck und den Anteil von Sauerstoff und Stickstoff in diesem gelösten Luftquantum, unter dem Partialdruck, welcher das Lösungsvermögen für die Luftgase beeinflusst.

---

*) Zeitschrift für Fischerei. 1895, 277.

Weiter folgt eine Tabelle mit den Löslichkeitskoëffizienten der beiden Luftgase.

Die Absorption von Luft von der Zusammensetzung (20,95 Vol. Sauerstoff + 79,05 Vol. Stickstoff) bei 0° C und 760 mm in Wasser.*)

Ein Liter Wasser löst cc der Gase bei 0°—30° C.

Temp. d. Wass.	Luft darin:	Sauerstoff	Stickstoff	Temp. d. Wass.	Luft darin:	Sauerstoff	Stickstoff
0°	28,805	10,244	18,561				
1°	28,083	9,970	18,113	16°	20,063	7,012	13,051
2°	27,382	9,706	17,676	17°	19,700	6,878	12,822
3°	26,701	9,453	17,248	18°	19,347	6,746	12,601
4°	26,049	9,212	16,837	19°	19,009	6,622	12,387
5°	25,429	8,979	16,450	20°	18,690	6,501	12,189
6°	24,822	8,759	16,063	21°	18,394	6,386	12,008
7°	24,247	8,548	15,699	22°	18,098	6,272	11,826
8°	23,688	8,344	15,344	23°	17,810	6,166	11,644
9°	23,153	8,152	15.001	24°	17,539	6,061	11,478
10°	22,644	7,965	14,679	25°	17,278	5,958	11,320
11°	22,168	7,789	14,379	26°	17,014	5,860	11,154
12°	21,706	7,619	14,087	27°	16,765	5,761	11,004
13°	21,268	7,458	13,810	28°	16,528	5,667	10,861
14°	20,852	7,303	13,549	29°	16,220	5,501	10,719
15°	20,450	7,154	13,296	30°	16,073	5,480	10,593

Absorptionskoëffizienten für Sauerstoff und Stickstoff in Wasser.**)

Temp. d. Wass.	Sauerstoff (Winkler)	Stickstoff (Winkler)	Temp. d. Wass.	Sauerstoff (Winkler)	Stickstoff (Winkler)	Temp. d. Wass.	Sauerstoff (Winkler)	Stickstoff (Winkler)
0°	0,04890	0,02348						
1°	0,04759	0,02291	11°	0,03718	0,01819	21°	0,03048	0,01519
2°	0,04633	0,02236	12°	0,03637	0,01782	22°	0,02994	0,01496
3°	0,04512	0,02182	13°	0,03560	0,01747	23°	0,02943	0,01473
4°	0,04397	0,02130	14°	0,03486	0,01714	24°	0,02893	0,01452
5°	0,04286	0,02081	15°	0,03415	0,01682	25°	0,02844	0,01432
6°	0,04181	0,02032	16°	0,03347	0,01651	26°	0,02797	0,01411
7°	0,04080	0,01986	17°	0,03283	0,01622	27°	0,02750	0,01392
8°	0,03983	0,01941	18°	0,03220	0,01594	28°	0,02705	0,01374
9°	0,03891	0,01898	19°	0,03161	0,01567	29°	0,02660	0,01356
10°	0,03802	0,01857	20°	0,03103	0,01542	30°	0,02616	0,01340

Der Sauerstoffgehalt natürlicher Gewässer wird, wie bereits erwähnt, beeinflusst durch die eventuelle Bewegung so zwar, dass in rasch fliessenden sich überstürzenden Gewässern über das in der Tabelle enthaltene Löslichkeitsmaximum hinaus ein weiteres Mehr an darin enthaltenem Sauerstoff erwartet werden darf und zwar nicht als gelöstes, sondern als mechanisch beigemengtes Gas. In demselben Sinne, d. h. sauerstoffvermehrend wirken Regengüsse, welche aus kalten Luftschichten auf die Erde bezw. in die Gewässer gelangen. Es kommt hier noch neben der mechanischen Sauerstoffaufnahme der einzelnen

*) Nach den von Winkler beobachteten Absorptionskoëffizienten für die Gase Sauerstoff und Stickstoff von Dr. A. Westphal, Assistenten am II. chem. Institut der Universität, berechnet bezw. aufgestellt.

**) d. h. die von 1 Volumen Wasser bei t° und unter Atmosphärendruck absorbierten Volumina jedes der beiden Gase, reduziert auf 0° und 760 mm.

Regentropfen während ihres Sturzes durch die Luft das weitere Moment in Betracht, dass wir eine völlige Sättigung der Nebelbläschen mit Luft annehmen dürfen unter der Unterstellung, dass während des raschen Falles in unsere wärmeren Luftschichten bezw. in unsere wärmeren Gewässer und der dadurch bedingten thatsächlichen Erwärmung der Regentropfen die bei niedriger Temperatur gelöste Luft keine Zeit fand, dem Lösungskoëffizienten entsprechend zu entweichen.

In Wasserstrudeln und unter Wasserfällen sind wir gewöhnt sauerstoffbedürftige Fische namentlich im Hochsommer anzutreffen, wie wir in den Aquarien die Fische sich nach den Luftbrausen drängen und direkt in deren Strahlen stehen sehen. Sauerstoffüberfluss ist also jedenfalls für die Mehrzahl unserer Fische zuträglich und nützlich.

Weiter ist im Sinne einer Sauerstoffvermehrung thätig die im Wasser lebende grüne Pflanze insofern unter dem Einfluss der Belichtung, wie bei unseren in der Luft lebenden Pflanzen die im Lebensprozess der Pflanze selbst ausgeschiedene oder aus anderen Quellen an die lebende grüne Pflanze gelangte Kohlensäure zerlegt und ihr Sauerstoff abgespalten, in das umgebende Wasser — und die Luft — gelangt. Wie weit diese Sauerstoffanreicherung gehen kann, lehren Versuche, welche K. Knauthe*) neuerdings mit Hülfe des Tenax-Apparates**) ausführte. Dieselben lehren, dass die grünen Algen (näher studirt bei Euglena viridis) in Folge ihres massenhaften Auftretens den normalen Sauerstoffgehalt am Tage auf ein Vielfaches vermehren können. Es ist jedoch zu bemerken, dass dieser erhöhte Sauerstoffgehalt nur während des Tages und während der Vegetationszeit bei massenhaftem Auftreten der Algen vorhanden ist, aber nicht während der lichtlosen Nacht, da ein Ueberschuss fortwährend aus dem Wasser entweichen muss, entsprechend dem Partialdruck des Sauerstoffes, bis der demselben nach der Temperatur entsprechende Normalgehalt wieder erreicht ist. Eine dauernde Sauerstoffanreicherung über die Norm als Folge der Thätigkeit der Algen erscheint daher ausgeschlossen.

Als Konkurrenten beim Sauerstoffverbrauch des Fischwassers, also als Verminderer des normalen Sauerstoffgehaltes sind ferner neben den Fischen thätig die Fülle der verschiedengestaltigen Wassertiere. Verbrauchen diese direkt gewisse Anteile der unentbehrlichen „Lebensluft“, so geht andererseits namentlich in der wärmeren Jahreszeit ein beträchtlicher weiterer Anteil durch die Gärungs- und Fäulnisprozesse verloren, denen die Leiber

---

*) Der Kreislauf der Gase in unseren Gewässern. Biol. Zentralblatt 1898 p. 785 f.

**) Herr Knauthe war in der glücklichen Lage als Assistent von Prof. Dr. N. Zuntz, eines der Preisrichter der Preisaufgabe des Deutschen Fischerei-Vereins, den unter dem Kennworte Tenax durch Herrn Prof. Dr. Friedr. C. G. Müller in Brandenburg a. H. konstruierten und schliesslich preisgekrönten Apparat so zu sagen vor seinem Eintritt in die wissenschaftliche Welt benutzen zu können. Die beachtenswerte Fülle neuer Thatsachen, welche Knauthe aufdeckte, war ohne den trefflichen und handlichen Apparat kaum aufzufinden, keinenfalls aber in so kurzer Zeit. Freuen wir uns des neuen Instrumentes, welches so bedeutsame Aufklärungen fast mühelos, wie Herr Knauthe selbst hervorhebt, zu geben vermag!

der abgestorbenen Tiere und Pflanzen im Kreislauf der Stoffe erliegen; die Kotreste dicht belebter Gewässer spielen dieselbe Rolle und rein chemische Prozesse tragen ebenfalls das Ihrige dazu bei, den Sauerstoffgehalt des Wassers herabzustimmen.

Wir haben hierbei nicht nur an Oxydationsprozesse zu denken, denen die zerfallenen organischen Reste unterworfen werden, sondern auch die unorganische Natur kann uns Sauerstoffzehrer in die Fischgewässer senden, z. B. in Gestalt von Eisenoxydulsalzen, die unsere Quell- und Untergrundwässer vielfach mitbringen und die dann in den Fischgewässern, wie uns der abgesonderte rote Eisenocker belehrt, auf Kosten des Sauerstoffgehalts des Wassers oxydiert werden müssen.

Wohl ist die Natur besorgt, die Verluste durch Wiederaufnahme aus der Luft zu decken, bei welchem Bemühen sie durch die Bewegung des Wassers wesentlich unterstützt wird, während bei ruhendem (stehendem) Wasser die Bewegungslosigkeit den Ersatz auf dem Wege der langsam nach unten fortschreitenden Diffusion um so schwieriger zu bewirken vermag, je emsiger Fäulnis- und Wasserbakterien mit den Schlammmassen zerfallener tierischer und pflanzlicher Reste aufzuräumen bestrebt sind. Im Sommer arbeitet in vielen Gewässern die grüne Vegetation diesen Einflüssen erfolgreich entgegen durch Zerlegung der reichen Kohlensäuremengen. Ganz besonders aber haben wir hierbei zu beachten die Vorgänge, welche sich unter der winterlichen Eisdecke in den Fischgewässern vollziehen, die um so verderblicher wirken, je geringfügiger der Wasserdurchfluss unter dem Eise und je intensiver die Fäulnis - Prozesse in dem Schlamme des Untergrundes ihren Fortgang nehmen. Infolge des in den tiefsten ruhenden Stellen, unterstützt durch einen reichen Fischbestand, welcher Atemsauerstoff verbraucht, allmählich eintretenden Sauerstoffmangels kann neben diesem Uebel sich ein weiteres einstellen: das Uebermaass der durch die Fäulnis - Prozesse angehäuften Stoffwechselprodukte, unter denen wir die Kohlensäure als vorherrschend nennen wollen. Unter der Eisdecke fehlen die Kohlensäure zerlegenden Pflanzen! Unausbleiblich wird daher, sei es dank dem Sauerstoffmangel auf Grund chemischer (Reduktions-) Prozesse, sei es vielleicht unter Mithülfe gewisser Bakterien, das Auftreten von Schwefelwasserstoff sein, dieses stinkenden Gases, welches wir als regelmässiges Zersetzungsprodukt von Eiweisskörpern kennen und dessen fischereischädliche Wirkungen wir mit Recht fürchten, da es zu den heftigsten Fischgiften gehört.

Auf all die erwähnten Momente haben wir Rücksicht zu nehmen; sie stellen die einzelnen Faktoren dar, nach denen sich der Sauerstoffgehalt eines Fischgewässers richtet, und ihr Aufeinandereinwirken im Sinne einer Vermehrung oder Verzehrung des für unsere Ziele wirksamen Sauerstoffgehaltes wird sich für jedes Fischgewässer oder denselben Bedingungen unterlegenes Fischwassergebiet ein normaler, mittlerer Sauerstoffgehalt herausbilden, unter dessen Einfluss wir uns die Besiedelung mit den verschiedenen Fischarten vollzogen denken können, die sich gerade diesem Sauerstoffgehalt für die Zwecke behaglichen Lebens und Wohnens angepasst haben. Besondere Einflüsse, wie ein heftiger Regenguss, heisses Wetter

oder besonders kalte Tage mögen in die Einförmigkeit mehr oder weniger gleich gestimmter Verhältnisse vorübergehende Variationen bringen, innerhalb deren eben das Ertragenkönnen der ungewohnten Lebensbedingungen sich bewegen muss. Ueberschreitet die Dauer der unleidlichen Zustände ein gewisses Maass, dann werden wir die empfindlicheren Arten oder die Individuen gleicher Lebensalter der Fische leiden, verenden, beziehungsweise auswandern sehen.

Leider fehlen uns trotz der neusten Beobachtungen noch mancherlei nähere Daten über die oben als wirksame Faktoren erwähnten Verhältnisse, und doch müssten wir Hunderte von Zahlenreihen überblicken können, wollten wir zu einem eingehenden Verständnis von Ursache und Wirkung gelangen. Die Gründe dieses bedauerlichen Zustandes müssen wir, neben dem schier unglaublichen Uebersehen dieser allerwichtigsten Momente in dem Umstande finden, dass eine Sauerstoffbestimmung bisher, wenn auch nicht zu den schwierigsten chemischen Arbeiten gehörte, so doch zu den zeitraubenderen, subtilsten und — langweiligsten. Unter diesen Umständen traf den einzelnen, ein Wasser untersuchenden Chemiker um so weniger der Vorwurf einer Unterlassungssünde, als ihm, wenn er sich wirklich die Arbeit einer Sauerstoffbestimmung vorgenommen hätte, durch das Fehlen einer brauchbaren Vergleichsziffer die Möglichkeit einer Deutung der mühevoll gefundenen Zahl ausgeschlossen erscheinen musste. Er hätte mit seiner Zahl für seine Zwecke in den meisten Fällen kaum etwas anzufangen vermocht. Jetzt wird hierin bald Wandel geschaffen werden, denn die Erkenntnis der Notwendigkeit der Feststellung des Sauerstoffbedürfnisses der einzelnen Fischarten wird sich mehr und mehr Bahn brechen, um so mehr als Prof. Dr. Friedr. C. G. Müller's Tenax-Apparat, wie Knauthes Arbeit beweist, die Möglichkeit bietet, ohne zeitraubende Vorbereitungen in etwa einer halben Stunde eine ausreichend zuverlässige Ziffer für den Sauerstoffgehalt des betreffenden Wassers zu erlangen.

Wie bedeutsam im Uebrigen die Sauerstoffverminderungen unter dem Einfluss der Sauerstoffverzehrer in Gestalt der städtischen Abwässer, also der Fäulnisvorgänge, Bakterienwirkungen und chemischen Oxydationen sich gestalten können, dafür mögen einige Beispiele Zeugnis ablegen.

Die Themse, die Isar und die Hase sind oberhalb ihres Eintrittes in die Verunreinigungszonen von London, München und Osnabrück als mehr oder weniger normale Fischgewässer anzusehen, die Isar sogar dank ihres raschen Laufes und ihres Charakters als Gebirgsfluss als übersättigt beziehungsweise behaftet mit mechanisch beigemengtem Sauerstoff.

Die genannten Flüsse enthalten im Liter Wasser, und zwar:

die Themse oberhalb London 7,4, unterhalb 0,25,
die Isar oberhalb München 8, unterhalb 3—4,
die Hase oberhalb Osnabrück 3,6—5,8, unterhalb 0,0 cc.

Knauthe wies in seinem Aquarienwasser bei 18,2 ° C. unter dem Einfluss von Kotresten etc. seiner Versuchsfische Herabminderungen des Sauerstoffgehaltes im Liter Wasser nach

von 4—5 cc in 20 Minuten bei diffusem Tageslicht auf 1,2 und
von 4—5 cc in 15 Minuten bei grellem Sonnenlicht auf 0,2 cc
bezw. von 6,8 cc in 20 Minuten bei diffusem Licht auf 2,2 cc
und von 6,8 cc in 20 Minuten bei grellem Sonnenlicht auf 0,8 cc.

Weiter muss der Anschauung widersprochen werden, als ob etwa die Fische jeden Sauerstoffgehalt noch als Atemsauerstoff auszunützen vermöchten. Bereits ein Hinweis auf die Atembedürfnisse der höheren Tiere muss uns Anlass geben, diese Annahme als unwahrscheinlich zu bezeichnen.

Der Sauerstoffgehalt der Fischgewässer darf, soll Atemnot und deren verderbliche Folgen nicht eintreten, eine gewisse Grenze, die im Übrigen weit entfernt ist von der Sauerstoffleere des Wassers, nicht unterschreiten.

Bei unseren rasch fliessenden Forellengewässern dürfen wir mit einem mittleren Sauerstoffgehalt von etwa 7,5 cc im Liter rechnen. Derselbe darf sich nach Beobachtungen in der biologischen Station des Deutschen Fischerei-Vereins zum Studium von Fischkrankheiten in München*) vorübergehend bis auf etwa die Hälfte vermindern, ohne das Leben der Salmoniden zu gefährden. Bei weniger als pp. 3 cc Sauerstoffgehalt vermag dagegen die Forelle den Sauerstoff als Atemsauerstoff nicht mehr auszunützen.

Für die langsamer fliessenden Gewässer der Bleiregion, die flachen Seen und Teiche, die sich bis gegen 25 ° C. und darüber erwärmen, wird man dagegen annehmen dürfen, dass die karpfenartigen Fische vielleicht noch 2—3 cc pro Liter sich als Atemsauerstoff nutzbar zu machen vermögen. Ja nach Knauthes Zahlen erscheint es wahrscheinlich, dass Karpfen vorübergehend mit 2 cc auskommen können, woraus jedoch keineswegs hervorgeht, dass Karpfen in solchem Wasser dauernd leben und gedeihen können. Die allernächste Zeit wird uns zweifellos über manche Rätsel, welche gegenwärtig noch in diesen Fragen bestehen, Auskunft bringen. Das erforderliche Instrumentarium ist jetzt vorhanden.

Nährstoffe und ihr Uebermaass. — Gifte. Wir sprechen von der Farbe der Gewässer und doch erscheint reines Wasser farblos, klar und durchsichtig.

Unsere natürlichen Gewässer führen denn auch in der That niemals reines Wasser im Sinne des Chemikers d. h. destilliertes Wasser, sondern sind stets mehr oder weniger verunreinigt. Fragen wir nach der Herkunft des Wassers, so muss das Vorhandensein unserer Binnengewässer und in letzter Linie sogar des Meerwassers zurückgeführt werden auf die meteorischen Niederschläge, welche in Form von Regen, Schnee, Hagel und Tau auf die Erde gelangen.

Untersuchungen dieser Gewässer haben uns belehrt, dass dieselben, bevor sie auf unseren festen Erdkörper gelangen und dadurch in direkte Berührung geraten mit Bestandteilen, aus denen sich später ihre unreine Beschaffenheit erklären lässt, schon verunreinigt sind.

Die unseren Erdball umgebende Luft enthält neben den gasförmigen Bestandteilen, welche wir als Atmosphäre anzusprechen pflegen, neben dem

*) mündliche Mitteilung des Stationsleiters Prof. Dr. Br. Hofer.

Stickstoff und Sauerstoff der Luft und der stets darin vorkommenden Kohlensäure auch noch Stickstoffverbindungen und unter Umständen sogar kosmischen Staub, welche Substanzen die sich zu Niederschlägen verdichtenden Wassertröpfchen noch innerhalb der Atmosphäre verunreinigen.

In der Nähe des Meeres finden wir bei landeinwärts wehenden Winden nicht unerhebliche Mengen von Meerwasser, welche der Wind in die Lüfte trägt und dadurch dem Niederschlagswasser die Salze des Meerwassers beimischt. In unseren dicht bevölkerten Kulturländern kommen hierzu noch die beträchtlichen Mengen von Rauch- und Verbrennungsgasen mit ihren festen Bestandteilen, welche die Heizstätten und Fabrikschornsteine in die Lüfte senden. Wenn auch an sich unter Umständen nicht unbeträchtlich, können wir doch diesen Beimischungen einen nennenswerten Anteil an der natürlichen Verunreinigung unserer Gewässer nicht beilegen, obgleich anerkannt und hervorgehoben werden muss, dass die von den Meteorwässern aus der Luft entnommenen Sauerstoff- und namentlich Kohlensäuremengen insofern zur weiteren Verunreinigung der Gewässer beitragen, als unter ihrem Einfluss die Zersetzung und Zertrümmerung von Bestandteilen der starren Erdrinde gefördert und das Lösungsvermögen des Wassers für mancherlei Verbindungen derselben gesteigert wird.

Gehen wir den Meteorwässern weiter nach, so sehen wir einen Teil derselben, und zwar höchstens 40 pCt. der Gesamtwässer ohne wesentliches Eindringen in unsere Erdoberfläche über dieselbe wegfliessen, sich zu kleinen Rinnsalen vereinigen, welche nun direkt den grösseren Gewässern zustreben, einen anderen Teil in die Erde versinken, um aus dieser in Gestalt von Quellen wieder hervorzutreten oder sich als Grundwasser unter dem festen Erdboden anzusammeln. Das Grundwasser bildet, unterstützt von der Capillarität und der Verdunstungsleistung des Bodens und der Pflanzenwelt, die ständige Quelle, aus welcher durch Verdunstung in die Atmosphäre neben der direkten Verdunstung der Tagewässer der ewige Kreislauf des Wassers seine Nahrung erhält.

Diesem Kreislauf verdankt die Erdoberfläche im Wesentlichen ihre gegenwärtige und ständig wechselnde Gestalt, verdanken unsere Gewässer die sie verunreinigenden Substanzen. Wir werden weiter unten sehen, dass der Grad der natürlichen Verunreinigung unserer Fischgewässer ein verhältnismässig recht unbedeutender ist, und doch hat derselbe im Laufe der Jahrmillionen, seitdem diese Prozesse eingeleitet sind, vermocht, unseren Meeren unermessliche Mengen vormals fester Erdbestandteile in Lösung zuzuführen, während die Schwebestoffe, die Sinkstoffe des Wassers, die von ihm mechanisch aus dem festen Gefüge der Gesteine gerissen und in den Flussläufen fortgeführt wurden, weite Länderstrecken unserer Kontinente durch Ausfüllung den Meeren abrangen. Die bekannten Deltabildungen an den Mündungen unserer Ströme beweisen den Fortgang und die Wirkung dieser Thätigkeit des Wassers.

Ein Beispiel mag des Näheren erläutern, welche gewaltigen Massen solcher Substanzen die Gewässer zu Thal fördern:

Das Donauwasser bei Wien erscheint im Mittel nicht wesentlich verunreinigt. Das Lied von der schönen blauen Donau belegt das noch besonders, und doch wenn die Donau auch nur für einen Tag ihre Arbeit einstellte und die durch ihre Wässer an Wien vorbeiflutenden aufgeschwemmten und gelösten Bestandteile nicht vorbeitragen, sondern völlig rein an Wien vorbeifliessen würde, so wären 30 Eisenbahnzüge von je 50 Wagen (100 Axen) zu je 200 Centner Belastung erforderlich, um die staubtrockenen Sinkstoffe, und weitere 50 solcher Züge notwendig, um auch noch die gelösten Wasserbestandteile trocken verfrachtet an Wien vorbeizuführen. Die Donau enthält indess im Mittel der Jahreszeiten im Liter nur 145 bis 200 mg Gesamtverunreinigungen bei 15 bis 165 mg Schlamm, während der Nil bis 2,5 gr Schlamm pro Liter abwärts wälzt. Das giebt, wie ich meine, eine anschauliche Vorstellung der ungeheueren Arbeit, welche die ständigen an unserer Erdoberfläche nagenden und lösenden Gewässer leisten und geleistet haben im unendlichen Laufe der Zeiten.

Diese in ihrer Gesamtheit für menschliche Begriffe gewaltigen Massen werden nun in verhältnismässig unbedeutenden Konzentrationen von den Gewässern dem Meere zugeführt. Die Sinkstoffe entstammen zum grössten Teile den von der Erdoberfläche mitgerissenen, bereits durch Auslaugung und Zersetzung zertrümmerten Bestandteilen unserer Erde und den auf ihr zerfallenen Resten organischen Lebens, während die Salze als Produkte jüngster Zersetzung aufzufassen sind, soweit nicht die Natur ehemalige Meere mit ihren Salzen wieder eingebettet hatte in den Schoss der Erde, aus dem die Quellen diese Reste alter Auslaugungsprozesse nach und nach wieder zu Tage fördern.

Die Geologie lehrt uns, dass die starre Rinde unserer Erde sehr verschiedenartig gebildet ist, dass die Gesteinsschichten, aus denen sie gestaltet ist, ihrer chemischen Natur nach sehr wechselvoll zusammengesetzt sind. Die Temperatur der Quellen belehrt uns, dass ihre Gewässer aus verschiedenen Tiefen stammen, beziehungsweise mit den Temperaturen ihrer Sammelbecken behaftet zu Tage treten. Die Temperatur ist bekanntlich ein wesentlicher Faktor chemischer Wirksamkeit und Löslichkeit.

Wir werden also erwarten müssen, dass die Quellen belastet mit dem, was ihren Gewässern im Innern der Erdkruste zu lösen gelang, in sehr verschiedener Konzentration und vielfach wechselnder Zusammensetzung der Erde entströmen werden. — Wir dürfen hierbei auch nicht vergessen, dass die Erde nicht nur aus starren mineralischen Substanzen besteht, sondern dass sie auch organische, teilweise lösliche Substanzen eingebettet bezw. aufgelagert enthält, d. h. älterer bezw. jüngerer geologischer Herkunft. Zu den letzteren gehören unsere Torflager, Moore und Sümpfe, denen wir Wasser entströmen sehen, welches beobachteter Weise bis zu 313 mg organische Substanzen (Humusstoffe) im Liter enthalten kann (nach G. Klien).

Die nachstehende Tabelle bietet einen Ausdruck der erwähnten Verschiedenheit bei einer Reihe kalter, also der flacheren Oberfläche entstammender Quellen, deren Analysen wir E. Reichardt*) danken, unter Angabe der Gebirgsformation, welcher sie entstammen.

*) Grundlagen zur Beurteilung des Trinkwassers 1880 p. 33.

Quellwässer aus verschiedenen Gebirgsformationen.

Es enthielt ein Quellwasser im Liter aus Gebirgsformation	Abdampfrückstand mg	Organ. Substanz mg	Kalk mg	Magnesia mg	Schwefelsäure mg	Chlor mg	Salpetersäure mg	Härte dg
Granit	24,4	15,7	9,7	2,5	3,9	3,3	—	1,27
do.	70,0	4,0	30,8	9,1	3,4	1,2	—	4,35
Melaphyr	160,0	19,2	61,6	22,5	17,1	8,4	—	9,31
Basalt	150,0	1,8	31,6	28,0	3,4	Spur	—	6,08
Thonsteinporphyr . . .	25,0	8,0	5,6	1,8	3,4	—	—	0,81
Thonschiefer	120,0	—	50,4	7,3	24,0	2,5	0,5	6,06
Bunter Sandstein . . .	225,0	13,8	73,0	48,0	8,8	4,2	9,8	13,96
Muschelkalk	325,0	9,0	129,0	129,0	13,7	3,7	0,21	16,95
do. dolomitisch .	418,0	5,3	140,0	65,0	34,0	Spur	2,3	23,10
Gypsquelle b. Rudolstadt	2365,0	Spur	766,0	122,5	1108,3	161,0	Spur	92,75

Die Analysen zeigen eine recht mannigfache Zusammensetzung entsprechend dem grösseren oder geringeren Gehalt der betreffenden Gebirgsformationen an auflösbaren Bestandteilen. Aber sogar die beiden aus dem Granit stammenden Quellen ergeben, dass innerhalb desselben Gesteins die Gewässer eine verschiedene Zusammensetzung erhalten, dass also selbst so scheinbar gleichartige Gesteine wie der Granit in der Löslichkeit seiner einzelnen Bestandteile beträchtliche Verschiedenheiten aufweist. Dass sogar die Granite desselben Gebirgsstockes hiervon keine Ausnahme machen, mögen die nachfolgenden vier Quellwässer aus dem Granit des Fichtelgebirges lehren. Sie entstammen dort Meereshöhen von 550—860 m. Ihre Temperatur schwankte mit Ausnahme von No. 1, bei welchem sie zu 11,4° C. angegeben ist*), zwischen 5 und 6,5° C. Die Proben wurden im September 1888 geschöpft; die mit a bezeichneten in demselben Monat des Folgejahres.

Quellwässer aus dem Granit des Fichtelgebirges enthalten mg im Liter.

	Abdampf-Rückstand mg	Org. Substanz mg	Kalk mg	Magnesia mg	Thonerde mg	Kali mg	Kieselsäure mg	Schwefelsäure mg	Chlor mg	Salpetersäure mg
1	68,4	11,9	2,0	1,2	7,4	1,7	19,6	11,5	3,1	—
2	31,9	6,5	0,8	1,0	2,1	1,2	12,5	2,9	1,3	0,1
2 a	35,8	5,0	1,4	1,6	3,7	2,1	13,6	3,4	1,3	0,1
3	24,9	2,5	1,4	1,9	1,5	2,0	5,4	3,0	1,6	—
4	29,5	5,1	1,4	0,7	1,3	1,1	8,3	4,5	1,6	0,1
4 a	43,9	7,2	1,5	0,8	1,3	3,6	14,0	6,0	3,2	—

1. Silberbachquelle 5 km NO Hohenberg, 2 u. 2a Weissmainquelle am Ochsenkopf, 3. Oberer Fürstenbrunnen am Ochsenkopf, 4 u. 4a Pfalzbrunnen SW. d. Kösseine.

Die Abweichungen der Analysen sind nicht unbeträchtlich; die höhere Temperatur von No. 1 scheint deren Höchstgehalt zu rechtfertigen.

*) Geognostische Jahreshefte 1892. A. Schwager, Untersuchungen von Quell- und Flusswasser aus dem Fichtelgebirge.

Die beiden Doppelanalysen lehren, dass sich in Jahresfrist Einflüsse geltend gemacht haben, deren Ursache wir nicht zu übersehen vermögen, die aber bewirken, dass auch hier, innerhalb derselben Quellen, sich Verschiedenheiten zeigen.

Weiter folgt eine Auswahl aus Analysen von Quell-, Grund- und Tagewässern, die als Trinkwässer bei der Wasserversorgung verschiedener Städte Verwendung finden, je nach der Konzentration der Gesamtrückstände in absteigender Reihe geordnet. Weil filtriert geben sie zwar kein völlig richtiges Bild eines natürlichen Gewässers, immmerhin lernen wir aber aus ihnen doch ausreichend die Menge und die wesentlichen Anteile der natürlichen löslichen Verunreinigungen kennen sowie die Abweichungen im Gehalt der einzelnen Bestandteile.

Trinkwässer*). filtrierte Quell-, Grund- und Tagewässer-Bestandteile in mg pro Liter.

Herkunft	Gesamtrückstand	Glühverlust	Kalk	Schwefelsäure	Chlor	Salpetersäure	Ammoniak	Organisches	Geologische Beschaffenheit des Gebietes bezw. Herkunft
Quellwasser bei									
Würzburg	920	132	317	331	10,6	9	0	1,1	Zellendolomit u. Anhydrit.
Göttingen	829	84	229	282	14,2	6	0	1,6	Muschelkalk.
Danzig (Prangenau) .	334	56	123	34	8,9	0	0	6,7	Alluvium.
München	278	40	117	Sp	5,2	0	0	2,5	Quartär auf Süssw.-Molasse.
Greiz	126	28	40	Sp.	10,6	10	0	2,4	Thonschiefergebirge.
Heidelberg	46	10	6	0	Sp.	0	0	0,5	Buntsandstein.
Grundwasser bei									
Halle	612	28	152	152	61,4	2	Sp.	4,5	Thon u. Kies, Saale, Elsterthal
Bonn	445	65	124	41	53,2	6	0	2,9	Diluvium d. Rheinthals.
Kiel	362	86	120	Sp.	24,8	0	0	6,9	Kies im Korallensande.
Fürth	226	72	54	15	12,4	13	0	1,2	Keuper.
Plauen	92	12	19	0	8,9	0	Sp.	9,0	Culmschiefer u. Sandstein.
Remscheid	42	8	8	Sp.	5,3	0	0	4,3	Lenneschiefer Ober-Devon, Thonschiefer, Grauwacke, Sandstein.
Flusswasser bei									
Bremen	362	80	82	64	46,1	0	0	8,8	Weser.
Oberhausen	330	80	67	84	67,5	5	Sp.	4,1	Ruhr.
Altona	324	98	76	56	65,7	0	Sp.	14,6	Elbe.
Braunschweig . . .	314	76	94	59	44,4	2	0	8,6	Ocker.
Stuttgart	314	58	124	44	8,9	5	0	5,7	Neckar.
Stettin	218	64	52	24	17,6	0	Sp.	21,2	Oder.
Posen	190	46	67	9	7,1	0	0	28,5	Warthe.
Frankfurt a. O. . .	157	84	36	14	8,9	0	0	27,3	Oder.
Berlin	140	32	51	14	17,7	0	Sp.	27,7	Spree.
Ratibor	140	40	37	14	14,2	0	Sp.	21,9	Oder.
Breslau	112	26	29	17	10,6	0	Sp.	12,6	Oder.
Colmar i. Els. . . .	46	10	10	Sp.	Sp.	0	0	5,5	Logelbach.

Die vorstehenden Analysen lehren, dass Quell- und Grundwasser in Bezug auf ihre Mineralbestandteile concentrierter sind als die Tagewässer, dass dagegen die letzteren reicher an organischen Bestandteilen, was begreif-

*) F. Fischer, Das Wasser, pag. 20. Untersuchungen aus dem Chem. Laboratorium der Karlsruher Techn. Hochschule nach Bunte.

lich wird, wenn wir uns erinnern, dass Quell- und Grundwässer eine natürliche Filtration und Reinigung von unlöslichen organischen Resten durch das Erdreich erfahren, andererseits aber bei dem längeren Aufenthalt innerhalb der Erd- und Gesteinsschichten je nach deren Beschaffenheit Gelegenheit erhalten, von den löslichen Mineralstoffen mehr aufzunehmen als dies den flüchtig über die Erde rinnenden Meteorwässern möglich war.

Eine besondere Aufmerksamkeit dürften die 4 mitgeteilten Oderwasseranalysen beanspruchen. Sie lehren deren sich zwischen Breslau und Stettin steigernde Verunreinigung, während andererseits das Wasser oberhalb Breslau reiner (weicher) erscheint als bei Ratibor. Hier hat die Selbstreinigung die Quellwässer noch nicht ausreichend beeinflusst. —

Nach ihrem Gehalt an Mineralstoffen unterscheidet man unter den Gebrauchswässern hartes und weiches Wasser.

Die Härte eines Wassers stellt indes nicht eine Beziehung zu dem gesamten Gehalt an Mineralstoffen dar, sondern die Härtegrade (deutsche Härte) sagen uns nur (für technische Zwecke ausreichend genau), wieviel mg Kalk und Magnesia sich in 100 000 Teilen Wasser befinden, so dass die Härtegrade verzehnfacht angeben, wieviel von diesen Körpern sich in mg ausgedrückt in einem Liter Wasser befinden. Wasser von mehr als 20 ^{0} Härte gilt als Trinkwasser nicht mehr als zulässig. Die oben mitgeteilten Quell- und Grundwasser- bezw. Tagwasseranalysen zeigen relativ geringe Konzentrationen, während wir unter den Mineralwässern, die wir meist für Heilzwecke oder als Soolquellen zur Kochsalzgewinnung benutzen, nicht selten sehr hohe Konzentrationen auftreten sehen.

Wir dürfen die Mineral- und Soolquellen als Mithelfer bei der Mineralisierung unserer Fischgewässer nicht auslassen. Wenn wir auch nur von einigen wenigen Stellen, z. B. dem Tepelsprudel bei Karlsbad, solche Quellen direkt in die Gewässer gelangen sehen, so ist doch mit Sicherheit anzunehmen, dass eine beträchtliche Zahl derselben als uns unbekannte unterirdische Quellen in die oberirdischen Gewässer gelangen. Andere würden vielfach ihre Wassermassen in die Flüsse entsenden, wenn der Mensch sie nicht daran verhinderte, oder wenigstens einen Teil derselben für seine Sonderzwecke fortnähme. Aus diesen Erwägungen heraus können wir auch die künstlich erbohrten Quellen und Brunnen hier einschliessen. Auch sie würden anderen Falles Wege finden, ihre Gewässer den Flüssen beizumischen.

Die Heikunde*) klassifiziert diese Gewässer als alkalische Säuerlinge (starker Kohlensäuregehalt mit löslichen Bicarbonaten), alkalisch-muriatische bezw. alkalisch-salinische Säuerlinge (bei gleichzeitiger Anwesenheit erheblicher Kochsalzmengen), Bitterwässer, Schwefelquellen und Stahlquellen, Kochsalztrinkquellen, Soolquellen etc.

Von den in den einzelnen Gruppen sowohl qualitativ als quantitativ sehr wesentlich abweichenden Gehalten interessieren uns hier nur die Bestandteile, welche in erheblicheren Mengen in den Quellen vorkommen und in unseren Fischgewässern verbleiben, d. h. diejenigen Salze, welche

---

*) Dr. Th. Valentiners Balneotherapie entnehmen wir die nachstehenden Daten.

wir als Meerwasserbestandteile kennen Ohne auf die selteneren oder nur in minimalen Mengen vorkommenden Verbindungen einzugehen, muss noch hervorgehoben werden, dass diese konzentrierten Quellen in ihren Gehalten wesentlichen Schwankungen unterliegen können. So fand im Kaiserbrunnen zu Homburg Liebig im Jahre 1843 19 gr Rückstand im Liter, während J. Hoffmann 1855 nur 17 gr und Fresenius 1858 gar nur 9 gr feststellen konnte.

Nachstehend mag eine Auswahl von Analysen solcher Quellen folgen:

Säuerlinge. Ein Liter enthält:	Gesamt-Salz-gehalt gr	Chlor-natrium gr	Natrium-sulfat gr	Natrium-bicarbo-nat gr	Freie Kohlen-säure cc	Tempera-tur °C.
Alkalische Säuerlinge.						
Fachinger Wasser	5,55	0,63	—	3,58	945	10—11
Vichy-Wasser (Célestins) .	7,19	0,53	0,29	5,10	532	12
Salzbrunn (Oberbrunnen) .	4,12	0,17	0,48	2,42	630	7,5
Alkalisch muriatische.						
Szczawnica (Magdalenenqu.)	15,15	4,61	0,02	8,45	711	11,4
Selters	4,44	2,33	—	1,24	1204	16
Ems (4 Quellen)	3,52—3,60	0,93—1,03	0,01—0,04	1,98—2,05	448—599	35—50
Alkalisch salinische.						
Marienbad						
Ferdinandsquell	10,61	2,00	5,05	1,82	1127	9
Kreuzbrunnen	11,10	1,70	4,95	1,66	552	11,8
Tarasp						
Luciusquelle	15,79	3,67	2,10	5,46	1060	6,7
Emmeritaquelle	15,82	3,68	2,04	5,48	1034	6,7
Karlsbad						
Mühlbrunnen	6,11	1,02	2,34	2,00	180	52,5
Sprudel	6,19	1,03	2,37	1,93	104	73,3

Bitterquellen im Liter	Ge-samt-Salz-gehalt gr	Magnes.-sulfat gr	Chlor-magnes. gr	Natrium-sulfat gr	Chlor Natrium gr	Calcium-sulfat gr	Freie Kohlen-säure cc	Tempe-ratur °C.
Saxlehners Hunyadi Janos	41,73	18,44	0	19,16	1,42	—	217	7—13
Friedrichshall .	25,29	5,15	3,93	6,06	7,95	1,34	166	—
Kissingen . . .	25,30	5,14	3,93	6,05	7,95	1,34	184	—

Schwefel-quellen im Liter	Gesamt-Salz-gehalt gr	Schwefel-natrium gr	Schwefel-calcium gr	Chlor-natrium gr	Chlor-calcium gr	Calcium-sulfat gr	Freier Schwefel-wasserstoff im Liter cc	Tempe-ratur °C.
Herkulesbad .	7,19	0,080	—	3,81	2,77	—	42,6	42—44
Nenndorf . .	2,63	—	0,07	—	—	1,01	42,3	12
Meinberg . .	1,69	0,009	—	0,08	—	0,83	23,1	9—16

Stahlquellen im Liter	Gesamt-Salz-gehalt gr	Eisen gr	Mangan gr	Freie Kohlensäure cc	Temper. °C.
Alexisbad { Alexisbrunnen	0,51	0,045 [1]	0,025 [1]	294	8,7
Alexisbad { Selkebrunnen	0,48	0,056 [2]	0,025 [2]	—	11,8
Bad Elster, 5 Quellen	1,4—6,1	0,058—0,086 [1]	0,015—0,026 [1]	878—1311	9—10

[1]) Als Bicarbonat. [2]) Als Vitriol.

Soolquellen. im Liter	Gesamt-Salz-gehalt gr	Chlor-Natrium gr	Calcium-sulfat gr	Sonstige Salze gr
Rheinfelden	318,8	311,6	5,9	—
Salzungen	265,1	256,6	3,5	2,7 Chlormagnesium
Jaxtfeld	262,3	255,8	5,7	—
Frankenhausen	258,9	248,2	5.2	3,4 Chlormagnesium 1,8 Kaliumsulfat
Rosenheim	237,1	226,4	3,6	2,2 Chlormagnesium 4,1 Natriumsulfalt
Sulza (Beustquelle)	107,0	98,7	1,4	5,1 Natriumsulfat
Juliushall	69,8	66,5	0,8	1,1 Magnesiumsulfat
Colberg	51,0	43,6	—	4,4 Chlorcalcium 2,1 Chlormagnesium
Pyrmont	40,4	32,0	5,4	1,3 Chlormagnesium 1,6 Calciumbicarbonat
Nauheim { Friedrich Wilhelm	35,4	29,3	—	1,1 Chlorkalium 3,3 Chlorcalcium 2,6 Calciumbicarbonat
Nauheim { Grosser Sprudel	26,4	21,8	—	1,7 Chlorcalcium 2,4 Calciumbicarbonat
Nauheim { Kleiner „	21,2	17,1	—	1,3 Chlorcalcium 2,1 Calciumbicarbonat
Dürkheim	16,7	12,7	—	3,0 Chlorcalcium
Münster a. St.	9,9	7,9	—	1,4 Chlorcalcium

Es wurde oben bereits hervorgehoben, das die vorstehenden analytischen Daten sich nur auf die Hauptbestandteile beschränken sollten, d. h. auf Gehalte von etwa 1 ‰. Trotzdem dürfte es erspriesslich sein, wenigstens an einem Beispiel die Vielseitigkeit der Zusammensetzung solcher Quellen zu belegen. Es mögen hierzu die nachstehenden zwei vollständigen Analysen von Kochsalz-Trinkquellen, welche R. Fresenius ausführte, dienen.

Sie bieten uns ein lehrreiches Bild von der Fülle der Bestandteile der Erdrinde, welche den lösenden Einflüssen des Wassers erliegen. Gleichzeitig aber lernen wir, dass es nicht die hohen Temperaturen allein sind, welche die Aufnahme so mannigfacher Salze bewirken, sondern dass die unserem Temperaturmittel sich nähernde Wärme von 12 ° C. ausreicht, um nahezu dieselbe Salzmenge in Lösung zu halten, welche der Kochbrunnen mit fast 70 ° C. an die Erdoberfläche befördert.

Kochsalztrinkquellen. Ein Liter enthält	Wiesbaden Kochbrunnen gr	Homburg Ludwigsbrunnen gr
Chlornatrium	6,83565	5,11920
Chlorkalium	0,14580	0,23551
Chlormagnesium	0,20391	0,37430
Chlorcalcium	0,47099	0,46852
Chlorammonium	0,01672	0,00511
Chlorlithium	0,00018	0,01036
Brommagnesium	0,00355	0,00056
Jodmagnesium	—	0,00001
Calciumsulfat	0,09022	0,01248
Barynmsulfat	—	0,00270
Kaliumnitrat	—	0,00277
Magnesiumcarbonat	0,01039	0,02922
Calciumcarbonat	0,41804	0,79643
Ferrocarbonat	0,00565	0.01062
Manganocarbonat	0,00059	0,00123
Calciumphosphat	0,00390	0,00051
Kaliumarseniat	0,00015	—
Kieselsaure Thonerde	0,00051	—
Kieselsäure	0,05992	0,01236
Summa der festen Bestandteile	8,26266	7,08189
Freie Kohlensäure cc	200,5	1414,9
Freie und halbgebundene Kohlensäure	3,2	1612,5
Temperatur	68,75° C.	11,9° C.
Spezifisches Gewicht	1,006660	1,006944

Die Mineralwässer, deren Zusammensetzung vorstehend mitgeteilt wurde, können und sollen natürlich nicht als Fischgewässer aufgefasst werden. Schon die hohe Temperatur einzelner Mineralquellen schliesst sie davon aus sowie neben den hohen Salzgehalten die grossen Kohlensäuremengen, welche jedes animalische Leben unmöglich machen würden, wie das besonders auch von den Schwefelquellen mit ihren Gehalten an dem giftigen Schwefelwasserstoffgas und den dieses Gift unter dem Einfluss der Kohlensäure der Luft abspaltenden Schwefelmetallen erwartet werden muss Auch die Eisen- und Mangangehalte der Stahlquellen würden fischereilich in demselben Sinne wirken. Sie dürfen hier nur in ihrer Anteilnahme an der Bereicherung unserer Fischgewässer an Salzen eine Stelle finden.

Es könnte befremden, dass bei den Mineralquellen, namentlich aber in den beiden vollständigen Analylen der Kochsalztrinkquellen, eine Reihe von Bestandteilen angegeben wurde, deren bei den Flusswässern nicht Erwähnung geschah und es wäre berechtigt zu fragen, wo denn diese Stoffe bleiben.

Die überwiegende Mehrzahl derselben, ich nenne darunter besonders die schweren Metalle, z. B. das Eisen, werden bis auf minimale Spuren unter dem Einfluss der Kohlensäure der Luft teilweise nach vorheriger Oxydation durch den Luftsauerstoff ausgeschieden, sie verbleiben im Schlamm der Flüsse; andere werden durch chemische Prozesse umgesetzt, in fester Form ausgeschieden, z. B. erhebliche Kalkmengen, und kommen ebenfalls im Schlamm zum Absatz. Noch andere verbleiben im Flusswasser, treten aber dort derartig verdünnt auf, dass unsere gewöhnlich gebräuchlichen analytischen Methoden sie hier

nicht nachzuweisen vermögen, während sie im Meerwasser, wie die Jod- und Bromsalze, leicht aufgefunden und bestimmt werden können, dort gewissermassen durch Aufspeicherung konzentriert.

Im Flusswasser verbleiben lediglich in nennenswerten Mengen die Salze, welche wir als Meerwasserbestandteile kennen und zwar um deswillen, weil dieselben unlösliche Verbindungen unter sich nicht zu bilden vermögen. Soweit das unter den durch Quellwasser ausgelaugten Bestandteilen unserer Erdrinde möglich war, geschieht es im Wesentlichen noch im Flusslauf. Wir reihen diese Vorgänge unter den Begriff der Selbstreinigung ein. Dieselbe umfasst ausserdem noch biologische Prozesse u. A.

Im Uebrigen kommen, so konzentriert auch einzelne der Quellen auftreten, ihre Mineralbestandteile doch meistens kaum in Betracht gegenüber den ungeheuren Mengen löslicher, dem Erdreich oder dem festen Felsgestein durch Auslaugen entzogener und in minimaler Konzentration unseren Flüssen und Seen zufliessender Salze und Sinkstoffe. —

Es wurden oben Flusswasseranalysen mitgeteilt, aber die dort gegebenen Werte sind nicht etwa konstante für das betreffende Gewässer, sondern dieselben schwanken nach der Jahreszeit nach Niedrig- bezw. Hochwasser recht beträchtlich und mit ihnen auch natürlich die Schwebestoffe.

Namentlich in den rasch strömenden Flüssen machen sich diese Verschiedenheiten und zwar die sichtbaren (Schwebestoffe) wie auch die unsichtbaren (Salze) wohl bemerklich, während langsam fliessende, wie unsere Spree bei Berlin, davon kaum berührt werden.

Nachstehend teile ich die Analysen von Spreewasser, an den Stralauer Wasserwerken geschöpft, für achtzehn Monate mit und zwar beschränkt auf den Gesamttrockensubstanzgehalt und unfiltriert als den Ausdruck der Gesamtverunreinigung pro Liter.*)

Zeit der Entnahme		Mittel mg	Maximum mg	Minimum mg
1884	Juli . . .	183,5	186,5	182,5
	August . .	178,1	187,5	172,5
	September .	188,9	192,5	182,5
	Oktober . .	184,4	194,0	182,5
	November .	187,8	195,0	181,0
	Dezember .	187,5	200,0	177,5
1885	Januar . .	179,8	181,0	178,5
	Februar . .	186,9	193,0	182,5
	März . . .	173,4	174,5	172,5
	April . . .	178,2	187,5	172,0
	Mai . . .	183,9	185,0	181,5
	Juni . . .	180,0	197,0	172,5
	Juli . . .	199,0	202,5	195,0
	August . .	202,7	206,0	197,5
	September .	204,1	210,0	200,0
	Oktober . .	211,2	220,0	205,0
	November .	199,4	217,5	185,0
	Dezember .	202,0	212,0	192,5

*) G. Wolfhügel, Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt I pag. 11, fortgesetzt von Juni 1885 an durch C. Plagge und B. Proskauer, Zeitschrift für Hygiene, II 1887, p. 434.

Die Abweichungen in der Zusammensetzung während der einzelnen Monate sind recht unbeträchtliche. Gleichzeitig ersehen wir, dass innerhalb der einzelnen Monate verschiedener Jahre keine völlige Uebereinstimmung besteht.

Auch der Rhein zeigt bei Strassburg nur unbedeutende Schwankungen in Bezug auf die Gesamtverunreinigung seines Wassers. Es mag das seinen Grund darin haben, dass linksseitig, von Basel, an kaum nennenswerte Zuflüsse in den Strom gelangen. Die Ill fängt die Vogesengewässer ab, und auch rechtsseitig führt die Kinzig erst unterhalb Kehl einen sehr beträchtlichen Teil der Niederschläge des oberen Schwarzwaldes in den Rhein. Auf dem etwa 140 km langen Rheinlauf von Basel bis Kehl hat das Rheinwasser also, nur beeinflusst durch das Wasser der Elz, etwa 40 km aufwärts von Strassburg, rechtsseitig, Zeit, zu vollständiger Durchmischung zu gelangen, und auch das Elzwasser gleichmässig in sich aufzunehmen, wie nicht minder die vielfach beobachteten mächtigen Grundwasserdruckquellen. Eine erfolgreiche physikalisch-chemische Selbstreinigung hilft dabei wesentlich mit.

Die Schwebestoffe lassen allerdings grössere Abweichungen erkennen, welche sich namentlich während des Frühsommer-Hochwassers bemerklich machen.

Rheinwasser, bei der Kehler Brücke geschöpft, an 9 Stellen, gemischt.*)

Im Liter mg	15. III. 1893	17. IV. 1893	20. V. 1893	26. VI. 1893	25. VII. 1893	30. VIII. 1893	26. IX. 1893	31. X. 1893	30. XI. 1893	29. XII. 1893	31. I. 1894	3. III. 1894
Trockenrückstand . . .	198,0	190,0	189,0	223,6	191,4	182,0	180,0	184,0	202,0	192,0	194,0	194,0
Suspendierte Stoffe . .	14,0	8,0	7,6	54,6	31,4	13,0	13,0	16,0	18,0	7,0	1,0	8,0
Org. Substanz unfiltriert	5,6	5,3	5,7	8,7	7,2	5,0	11,2	11,1	9,2	5,2	5,3	9,8
Kalk	76,0	77,0	73,6	77,0	72,0	64,8	64,6	64,6	71,6	72,0	75,0	71,0
Magnesia	12,5	11,5	12,4	11,7	11,0	12,0	10,8	12,6	11,5	13,1	12,8	11,5
Schwefelsäure	25,7	20,9	16,3	18,1	18,8	20.4	20,6	22,9	20,9	19,9	21,0	23,6
Chlor	7,1	3,6	3,0	1,8	1,4	2,4	2,5	3,8	5,1	5,3	4,7	3,9

Weiter unterhalb bei Mainz machen sich die Unterschiede im Schwebestoffgehalt bei verschiedenem Wasserstande des Rheins indess noch wesentlich bemerklicher. So fand E. Egger*) am

23. März 1886 bei Hochwasser 249 mg Schwebestoffe und 246 mg gelöste Subst.
1. Juni 1886 bei Niederwasser 12 „ „ neben 203 „ gelöst. Stoffen.

Sehr erheblich treten auch die Verschiedenheiten bei dem rasch fliessenden Neckar hervor und noch mehr, namentlich nach Richtung der Schwebestoffe, im Donauwasser bei Wien.

*) Untersuchungen des Rheinwassers von C. Amthor und J. Zink nach einem uns gütigst übermittelten Sonderdruck pag. 8. Die Wasserentnahme erfolgte an beiden Ufern und in der Strommitte, je wiederum nach der Wassertiefe gemessen an der Oberfläche, am Grunde und mitten zwischen Beiden.

*) Fischers Jahrbuch 1887, 1120.

Neckarwasser*) enthielt 1888 oberhalb Gaisburg:

mg pro Liter	am				
	13. März	24. April	29. Juni	20. August	29. September
Gelöste Stoffe . . .	272	382	400	397	440
Kalk	100	130	134	136	125
Magnesia	18	30	29	15	34
Schwefelsäure . . .	33	79	90	91	94
Chlor	13	16	14	14	18
Salpetersäure . . .	Sp.	2	3	4	4
Ammoniak	Sp.	5	Sp.	Sp.	Sp.
Organisches	17	8	12	9	25

Das Wasser enthielt an Schwebstoffen im März 373, im September 65 mg.

Donauwasser enthielt oberhalb Wien**):

mg pro Liter	Frühling	Sommer	Herbst	Winter
Suspendiert				
Gesamtmenge	121,9	165,4	76,5	14,8
Glühverlust	7,9	7,2	2,1	0,3
Sand und Thon.	63,0	81,6	38,9	7,3
Gelöst				
Gesamt-Rückstand	177,1	146,0	178,6	199,0
Kalk	60,8	54,3	64,3	71,0
Magnesia	17,6	12,8	17,5	19,9
Eisenoxydul	0,4	0,5	0,2	0,2
Natron	4,9	2,8	3,6	4,0
Kali	1,7	1,6	2,4	2,0
Schwefelsäure	11,8	10,6	12,3	15,4
Chlor	3,4	1,6	1,8	2,4
Salpetersäure	2,0	1,3	1,3	2,4
Kieselsäure	5,4	3,9	4,8	5,2
Kohlensäure geb.	62,1	52,4	65,2	70,0
Organische Substanzen	7,0	4,2	5,2	5,9

Bei mittlerem Donauwasserstand ergiebt das in 24 Stunden 15000 to. suspendierte und 25000 to. gelöste Bestandteile, welche die Donau bei Wien mit sich führt.

Aber nicht nur mit den Tagen und Jahreszeiten, mit Grund- und Niederwasser schwankt der Salzgehalt unserer Gewässer, auch gleiche Jahreszeiten weisen in verschiedenen Jahren verschiedene Konzentrationen auf, wie wir bereits bei den Fichtelgebirgs-Quellwässern und auch beim Spreewasser gesehen haben und wie G. Bischof im Rhein bei Bonn fand, wo er im März 1851 im Liter 112,3 mg Trockenrückstand, im März 1852 dagegen 170,8 mg an derselben Stelle nachwiess.

Auch nach der Entnahmestelle finden wir wechselnde Gehalte, abweichende in der Nähe jeden Ufers von dem Strömungswasser in der Mitte, da die einströmenden Bäche und Nebenflüsse vielfach andere Salzgehalte

*) A. Klinger aus F. Fischer, Das Wasser, II. Aufl. 1891 pag. 26.

**) J. A. Wolfbauer nach F. Fischer, Das Wasser, pag. 26.

zeigen, als der Hauptstrom, und oft erst kilometerweit abwärts diese Differenzen in Folge allmählicher Durchmischung ausgeglichen werden. — Siehe unten —.

Zum Beweise dessen mögen noch einige Zahlen ihre Stelle finden,*) welche die Abweichungen in der Zusammensetzung der Wässer der Haupt- und Nebenflüsse belegen und wie oben bei der Oder (pag. 66) die Zunahme der Verunreinigungen stromabwärts darthun sollen.

Es enthielten mg pro Liter	Gesamt-rückstand	Kalk	Magnesia	Chlor	Schwefel-säure
der weisse Main . . .	141	40	9	7	17
der rote Main	215	65	19	9	24
der vereinigte Main . .	160	47	13	7	19
Main b. Offenbach . . .	235	76	27	11	52

Die vorstehenden Gewässer weichen sowohl in ihren Gesamtgehalten wie im Einzelnen nur unbedeutend von einander ab. Ein anderes Bild gewinnen wir in salzführenden Gegenden.

Hier ist die Saale mit der Fülle ihrer ober- und unterirdischen Salzquellen ein typisches Beispiel, wie nachstehende Zahlen lehren.

Elbewasser zwischen Saalemündung und Magdeburg.**)

Ort der Entnahme mg im Liter	Suspendierte Stoffe	Rückstand	Glühverlust	Kalk	Magnesia	Schwefelsäure	Chlor
Saale vor Einmündung in die Elbe.							
Etwa 1 km oberhalb, linkes Ufer	24	822	130	77	47	137	320
rechtes Ufer	21	827	132	84	46	140	310
Elbe vor Einmündung der Saale.							
Etwa 1 km oberhalb, linkes Ufer	16	135	42	15	--	52	12
rechtes Ufer	10	132	42	15	—	56	12
Elbe oberhalb Barby.							
Linkes Ufer	16	540	122	61	32	133	192
Mitte	20	207	67	23	—	64	50
Rechtes Ufer	9	137	50	15	--	52	14
Elbe bei Frohse.							
Linkes Ufer	12	425	155	38	22	76	126
Mitte	12	287	92	31	15	60	88
Rechtes Ufer	12	262	140	15	—	52	40
Elbe bei Buckau.							
Entnahmestelle d. Wasserwerke, linkes Ufer	9	392	102	46	16	76	122
Mitte	11	405	130	31	20	68	122
Rechtes Ufer	13	355	215	31	—	64	88

Das Elbwasser ist, wie uns ein Vergleich z. B. mit dem Rheinwasser lehrt, durchaus nicht als übermässig belastet anzusehen, wohl aber das

*) E. Späth. Mitteilungen aus dem pharm. Institut Erlangen. 1889.

**) Ohlmüller. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt VI p. 319.

Saalewasser. Zwar ist dessen gesamter Salzgehalt nicht als „natürliche Verunreinigung“ aufzufassen, sondern ein sehr beträchtlicher Antheil entstammt dem „Schlüsselstollen“, dem Hauptabfuhrweg der Grubenwässer der Mansfelder Gewerkschaft, und einen weiteren recht erheblichen Antheil bringt die Bode durch Abwässer der Kaliindustrie herbei.

Immerhin nimmt die Saale oberhalb dieser Salzzuträger vielfach auch auf natürlichem Wege in Form von Salzquellen wohl beachtenswerte Salzmengen auf, welche an der Sohle des Flusses in Koncentrationen von 5—7 $^0/_0$ zu Thal fliessen, während die oberen Wasserschichten bis auf 0,5 m Wassertiefe und mehr kilometerweit fast kochsalzfrei bleiben.*) Da hier indess nicht dieser Verunreinigungsfragen besonders gedacht werden soll, sondern vielmehr lediglich der langsamen Mischung etwaiger Verunreinigungen, so dürfen wir die Verhätnisse von Saale und Elbe unbedenklich heranziehen.

Die Zahlen der nebenstehenden Tabelle illustrieren recht lehrreich die ungleichmässige Verteilung des Salzgehaltes in der Elbe und zeigen sehr deutlich, wie die salzhaltigen Wässer meilenweit am linken, dem Einflussufer der Saale, verbleiben und nur sehr allmählich sich mit dem Gesamtwasser mischen.

Nebenbei sehen wir auch, vom rechten Ufer aus, organische Verunreinigungen — von Zuckerfabriken — deutlich in die Erscheinung treten und zwar in demselben Sinne einer langsamen Mischung mit dem Gesamtwasser.

Es wurde oben bereits erwähnt, dass sich auch nach der Tiefe der Gewässer Verschiedenheiten mit dem Oberflächenwasser zeigen. Unter den eigenartigen Verhältnissen an der Saale können wir hierfür ein besonders lehrreiches Beispiel anführen:

Es enthielt das Saalewasser*) etwa 130 m oberhalb des Wehrs bei Rothenburg in der Strommitte:

an der Oberfläche . . .	1887	mg Chlor	beziehungsweise	Chloride	3,3 $^0/_0$,
in einer Tiefe von 0,5 m	2097	,, ,,	,,	,,	3,7 $^0/_0$,
,, ,, ,, ,, 1,0 ,,	2586	,, ,,	,,	,,	4,6 $^0/_0$,
,, ,, ,, ,, 1,5 ,,	3565	,, ,,	,,	,,	6,3 $^0/_0$,
,, ,, ,, ,, 2,0 ,,	3914	,, ,,	,,	,,	6,6 $^0/_0$,
,, ,, ,, ,, 2,5 ,,	4054	,, ,,	,,	,,	7,2 $^0/_0$,
,, ,, ,, ,, 3,5 ,,	4124	,, ,,	,,	,,	7,3 $^0/_0$,
über 5,0 ,,	4124	,, ,,	,,	,,	7,3 $^0/_0$.

Die schweren salzführenden Gewässer schichten sich nach ihrem specifischen Gewicht; die Mischung zu einer gleichförmigen Lösung erfolgt nur sehr allmählich. Wie die Salze schichten sich natürlich in langsamer fliessenden Gewässern auch die Sinkstoffe. —

Neben den Quellwässern, Bächen und Flüssen kommen als Fischgewässer bekanntlich auch noch Teiche und Binnenseen in Betracht.

Wir werden erwarten dürfen, dass namentlich die mächtigen Wassermassen der grossen Seen ausserhalb ihrer Fluthrinnen, falls wir sie als Durchflussbecken grösserer Ströme aufzufassen haben, wie z. B. den Bodensee in ihren Gehalten an löslichen Salzen sich durch eine gewisse Gleichförmig,

---

*) Nach den Akten der Gewerkschaft, mit Erlaubnis derselben benutzt.

**) Nach Dr. Römer aus den Akten der Mansfelder Gewerkschaft.

keit auszeichnen werden. Bei anderen wieder, welche wir als Sammelbecken verschiedener kleiner Zuflüsse auftreten sehen, dürfte in der Seemitte dieselbe Wahrnehmung eintreten.

Bereits das äussere Aussehen dieser Fischgewässer, ihre Farbe, ist in Nord und Süd meist ein völlig verschiedenes, so dass ein Vergleich der chemischen Zusammensetzung ihrer Nährsalze und der Gehalt an Schwebestoffen von vornherein ein hohes Interesse beanspruchen dürfte, um so mehr, als uns die Fischkunde lehrt, dass auch die Fischfauna dieser Gewässer in ihren besonderen Leitformen darauf hinweist, dass wir mit wesentlichen Verschiedenheiten in chemischer Beziehung werden rechnen müssen.

Auch bei den Bächen und Flüssen, soweit sie da oder dort von den industriellen Auswurfstoffen noch nicht als wesentlich beeinflusst anzusehen sind, würde es einen hohen Reiz gewähren, an ihrer chemischen Zusammensetzung, welche zweifellos einen der Faktoren darstellt, der die Verschiedenheiten der Fischfauna in Nord und Süd oder in der Ebene und in unseren Gebirgen bedingt, dieser Ursache nachzuspüren.

Man sollte erwarten dürfen, dass, wie uns die Litteratur eine reiche Fülle von Analysen unserer Bodenarten bietet, auch an Analysen gesunder natürlicher Gewässer kein Mangel wäre. Überraschenderweise ist dem nicht so.

Es war beabsichtigt, an dieser Stelle eine grössere Zahl von Analysen verschiedener Fischgewässer einzufügen. Trotz eingehenden Durchsuchens der Litteratur war die Ausbeute eine so spärliche, dass der Plan aufgegeben werden musste, obgleich nicht versäumt wurde, an geeignet erscheinenden Stellen*) auch noch um Originalanalysen zu bitten.

Wohl weist die ältere Litteratur eine Reihe von Analysen von Flüssen und Bächen auf, aber doch nicht in ausreichender Zahl, um daran fischereilich erspriessliche Folgerungen knüpfen zu können. Den heutigen Ansprüchen, welche man an derartige Untersuchungen in fischereilichem Interesse knüpfen müsste, genügen dieselben überdies bei Weitem nicht.

Es können deshalb hier nur neben einer leider unvollständigen Untersuchung des Bodenseewassers tadellos vollständige Analysen von fünf bayerischen Gebirgsseen**) und eine Reihe von Analysen ostdeutscher***) und norddeutscher Seen neben einem Teichwasser ihre Stelle finden.

Die Letzteren lassen an Vollständigkeit leider zu wünschen übrig.

Möchte auch hierin bald Wandel geschaffen werden; ein dringendes

*) Verfasser hat seine Beziehungen zu den landw. Versuchsstationen dazu benutzt, die Kollegen um etwaige nicht publizierte Analysen von Fischgewässern zu ersuchen. Mit verschwindenden Ausnahmen trotz dankenswerter Bereitwilligkeit, wie ausdrücklich hervorgehoben werden soll, ohne den erwarteten Erfolg. Wohl waren Brunnenanalysen in reichstem Masse vorhanden, auch die Litteratur ist darin überreich, und an Untersuchungen verunreinigter Gewässer fehlte es nicht, aber nur ganz vereinzelt waren von Fischereiinteressenten Untersuchungen ihrer natürlichen tadelfreien Gewässer erbeten worden.

**) E. Strassner, Beitrag zur Hydrographie Oberbayerns, Forschungsberichte über Lebensmittel und ihre Beziehungen zur Hygiene etc. III. 1896, 89.

***) Dankenswerte Originalmitteilung von Prof. Dr. G. Klien-Königsberg.

wissenschaftliches wie praktisches Bedürfnis kann nicht in Abrede gestellt werden; die bayerischen Analysen bieten dazu brauchbare und dankenswerte Vorbilder.

Zwar könnte man einwenden, dass die praktische Landwirtschaft mit einer Bodenanalyse ohne Weiteres nicht viel zu machen weiss. Aber aus den Tausenden von vorhandenen Analysen hat doch die Landwirtschaftswissenschaft manche nützliche Lehre, welche die mannigfachen Versuchskulturen gezeitigt hatte, als im Allgemeinen stichhaltig abgeleitet und bestätigt; mancherlei wissenschaftliche Anregungen haben uns die Bodenanalysen unleugbar gebracht.

Von der chemischen Zusammensetzung der Fischgewässer wird zweifellos die Wasserflora direkt beeinflusst und diese ist, wie wir wissen, ein sehr wesentlicher Faktor für Wohl und Wehe unserer Fische.

Wenn erst das wissenschaftliche Beobachtungsmaterial nach dieser Richtung in ausreichender Menge vorhanden sein wird, dann wird es ohne Frage auch gelingen, manche der jetzt völlig rätselhaften Erscheinungen im Auftreten der Wasserflora und nicht minder der davon abhängigen Nährfauna und der darauf angewiesenen Fischfauna zu deuten. Was die Agrikulturchemie zu leisten vermocht hat, wird der Aquäkulturchemie auch gelingen. Vorläufig allerdings harrt sie noch ihres Begründers und einer ersten Arbeitsstätte zur Bethätigung ihrer Aufgaben.*)

Alpine Seen.

Ein Liter enthält:	Bodensee **) mg	Starnberger See mg	Kochelsee mg	Walchensee mg	Badersee mg	Eibsee mg
Suspendiert	1,6	—	—	—	—	—
Gesamtrückstand	171,8	148,50	188,02	140,00	158,78	126,00
Organische Stoffe	0,8	—	—	—	—	—
Natron	17,9	1,10	1,21	1,22	1,13	1,17
Kali	2,3	1,06	1,15	1,17	1,10	1,12
Magnesia	11,1	21,13	14,75	18,00	15,60	14,68
Kalk	62,6	52,05	79,37	50,60	61,00	48,21
Eisenoxydul	—	0,19	0,17	0,58	0,90	0,81
Thonerde	—	1,04	0,98	2,19	1,75	1,65
Ammoniak	0	—	—	—	—	—
Kieselsäure	2,0	5,00	1,57	1,28	1,35	1,20
Schwefelsäure	22,1	8,31	26,18	7,59	12,19	7,79
Phosphorsäure	0	—	—	—	—	—
Salpetrige Säure	0	—	-	—	—	—
Salpetersäure	0	—	—	—	—	—
Chlor	0,4	2,47	2,62	2,54	2,36	2,64
Kohlensäure	—	128,5	151,0	120,0	119,0	108,00

*) Es darf hier nicht unterlassen werden darauf hinzuweisen, dass wir in geologischem Interesse eine Reihe sorgsamer chemisch-hydrologischer Studien besitzen, wie z. B. die oben auch benutzte fleissige Arbeit von A. Schwager über die Quell- und Flusswasser aus dem Fichtelgebirge, die Quellwasser Württembergs von Regelmann, wie Friedr. Pecher's Beiträge zur Kenntnis der Wasser aus den geschichteten Gesteinen Unterfrankens u. A. m., aber diese Arbeiten entbehren leider jedes Anhaltes an die Fischerei und der Erfordernisse, welche hier in Frage kommen. So unterliess Schwager z. B., wenn auch aus begreiflichen Gründen, bedauerlicherweise jede Berücksichtigung der gelösten Gase.

**) Bodenseeforschungen. Untersuchung von Wasser- und Grundproben von H. Bauer und H. Vogel Heft XXIII 1894 pag. 7, nach C. Schröter und O. Kirchner, Die Vegetation des Bodensees pag. 12; teilweise vom Verf. umgerechnet.

E. Strassner hat seine Zahlen auch noch, wie das bei vollständigen Mineral-Analysen üblich ist — vergl z. B. S. 70 —, in gebundenem Zustande umgerechnet vorgeführt, wie die nächste Analysenreihe zeigt.*)

Bayerische Gebirgseen.

Ein Liter enthält mg	Starnberger See	Kochelsee	Walchensee	Badersee	Eibsee
Gesamtrückstand	148,50	188,02	140,[illegible]0	158,78	126,00
Natriumchlorid	2,08	2.28	2,30	2,14	2,22
Kaliumchlorid	1,68	1,82	1,85	1,74	1,78
Chlormagnesium	0,54	0,50	0,35	0,31	0,55
Calciumsulfat	14,12	44,51	12,90	20,72	13,25
Calciumcarbonat	82,56	109,00	80,87	95,30	76,35
Magnesiumcarbonat	39,85	26,57	34,72	29,99	26,00
Ferrocarbonat	0,30	0,28	0,93	1,45	1.30
Thonerde	1,04	0,98	2,19	1,75	1,65
Kieselsäure	5,00	1,57	1.28	1,35	1,20
Kohlensäure, halbgebunden	57,25	61,98	54,12	58.19	47,71
Kohlensäure, frei	13.86	27,03	11,75	2,62	12,58
Gesamtsumme	218,28	276,52	203,27	215,56	184,60
Sauerstoff, cc im Liter	9,59	10,58	10,05	9,42	9,36

Ostpreussische Seen.

Ein Liter enthält mg	I.	II	III	IV	V	VI	VII
Suspendierte Stoffe	0,3	0,5	0,1	0,2	0,9	0,3	2,1
Abdampfrühkstand	171,5	203,8	159,7	165,5	129,5	160,0	164,2
Verbrennl. Substanz	27,0	41,0	34,0	30,5	25,0	38,0	47,0
Glührückstand	144,5	162,7	125,7	135,0	104,5	122,0	117,2
Kalk	49,0	59,0	46,0	51,0	38,0	51,1	49,4
Magnesia	11,5	12,6	7,6	10,1	5,4	5,0	4,7
Schwefelsäure	17,1	20,9	13,0	22,0	11,3	13,2	13,3
Chlor	6,2	5,9	7,1	7,9	4,9	6,7	6,8
Ammoniak	Sp.	0,3	Sp.	Sp.	Sp.	0,4	0,5
Salpetrige Säure	0	Sp.	0	0	0	Sp.	Sp.
Salpetersäure	Sp.	1,1	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.	Sp.
Gesamthärte	6,5	7,7	5.6	6,5	4,5	5,8	5,6

I. Alle-Seen an der Ustrich-Schleuse bei Allenstein entnommen.
II. Wandang-Seen oberhalb der Wadangmühle bei Allenstein geschöpft.
III. Masurische Seen vom südlichen Abfluss oberhalb Johannisburg.
IV. Masurische Seen vom nördlichen Abfluss bei Angerburg.
V. Wystyter See aus seinem Ausfluss, dem Pissafluss.
VI. Oberländische Seen bei Liebemühl.
VII. Oberländische Seen bei Dt. Eylau.

*) Das geht allerdings nur bei „vollständigen" Analysen. Strassner musste je zweimal 10 Liter Wasser eindampfen, um seine genauen Zahlen zu erhalten und doch reichte die erzielte Salzmenge nicht aus, um z. B. zu einem ziffernmässigen Nachweis der Phosphorsäure zu gelangen, die Thonerde und Kieselsäure gebunden einzureihen etc.

Es dürfte sich empfehlen, bei Fischwasseranalysen die Vorführung der Zahlen in ungebundenem und gebundenem Zustande einzuführen, wenn auch die letztere Aufstellung bezw. Umrechnung manche Willkür einschliesst und die Annahme gerechtfertigt erscheinen

Holsteinische Seen*)

Ein Liter enthält mg	I	II	III	IV
Gesamtrückstand**)	368	497	1040	392
Organische Substanz	139	149	193	138
Glührückstand	229	407	892	254
Kalk	93	—	—	84,5
Magnesia	0,5	—	—	3,5
Schwefelsäure	14	64	139	—
Chlor	15	114	362	23,6
Eisen	11,6	0,2	0,1	0,6
Ammoniak	0	0,05	Sp.	0
Salpetrige Säure	—	Sp.	0	—
Salpetersäure	0	0	0	—
Gesamthärte	10,1	10,9	18,8	11,2

I. Schulensee bei Kiel.
II. Wesseckersee bei Oldenburg i. H.
III. Grubersee bei Oldenburg i. H.
IV. Schreventeich bei Kiel.

Eine allgemeine vergleichsweise Besprechung der vorstehend mitgeteilten Untersuchungsergebnisse erscheint wegen der ungleichen Vollständigkeit der Analysen ausgeschlossen. Unzweifelhaft lernen wir indess aus dem Mangel an organischen Substanzen der Gebirgsseen gegenüber den Gewässern der norddeutschen Ebene, dass wir diese organischen Substanzen und zwar die gelösten sowohl als die in den Flachlandseen besonders häufig aufgeschwemmten als die Ursachen der abweichenden Färbungen anzusehen haben. Sinkstofffreies reines Wasser zeigt in dicker Schicht eine grünlich blaue Färbung, d. h. die Farbe, welche wir als jene der klaren Alpenseen kennen.

---

lässt, dass etwa bei verschiedener Temperatur oder Belichtung sich Umstellungen der Elemente und ihrer einfachen Verbindungen vollziehen können.

Dem Laien erscheint diese Darstellung gewiss verständlicher, während andererseits die vorhandenen Analysen und unvollständige Untersuchungen die andere Art der Darstellung verlangen, wollen wir unmittelbar Vergleiche anstellen können.

Strassner hat weiter bei Wiedergabe seiner Zahlen in ungebundenem Zustande dem vorhandenen Chlor in sofern Rechnung getragen, als er das Ergebnis für Natrium, Kalium und das rechnerisch noch nötige Magnesium, den Daten im gebundenen Zustande entsprechend, in den an erster Stelle — Seite 74 — gegebenen Zahlenreihen mitteilte. Damit weiss der Laie nicht wohl etwas anzufangen, er erwartet die üblichen Zahlen für Natron, Kali und Magnesia. Referent hat deshalb aus praktischen Gründen für nötig erachtet, die Strassnerschen Zahlen in diesem Sinne umzurechnen. Wenn damit nun auch die Summe der Bestandteile um die dem Chlor äquivalente Sauerstoffmenge zu hoch erscheint, so gewinnen wir doch in unserem Falle für Magnesia eine vergleichbare Zahl; andererseits kann bei aller Sorgfalt wegen der unumgänglichen analytischen Fehlerquellen eine völlige Übereinstimmung nicht erwartet werden. Im Übrigen belegen die Strassner'schen Zahlen, im Original, die überaus sorgsame Arbeit durch die treffliche Übereinstimmung zwischen Abdampfrückstand und Summe der Bestandteile nach dem Abzuge der Kohlensäure.

*) A. Emmerling, Agrikulturchemische Untersuchungen, eine Festschrift. Kiel 1895, p. 30 f.

**) Für Gesammtrückstand war bei I und IV ein Werth nicht angegeben. Die obigen Zahlen wurden aus der Summe von Glührückstand und organischer Substanz gewonnen.

Bei unseren 5 bezw. 6 Beispielen der ersten Gewässer-Gruppe, welche Strassner noch als Vorlandseen: — Bodensee und — Starnbergersee, Randseen: Kochel- und Walchensee und als Hochgebirgsseen: Bader- und Eibsee scheidet, fallen besonders die stärkeren Schwefelsäuregehalte vom Bodensee, Kochel- und Badersee in die Augen, welche mit gesteigerten Kalkgehalten Hand in Hand gehen und deshalb ohne Weiteres wahrscheinlich erscheinen lassen, dass wir es mit einer Anteilnahme von Auslaugungsprodukten aus gypsführenden Gebirgen bei diesen Gewässern zu thun haben. Weiter tritt als beachtenswert und auffallend der verhältnismässig hohe Natrongehalt des Bodensees — ohne hohen Chlorgehalt — und die überaus grosse Uebereinstimmung im Kochsalzgehalt der 5 bayrischen Seen in die Erscheinung.

Die ostpreussischen Seen zeichnen sich vorab durch hohe Gehalte organischer — verbrennlicher — Substanzen aus, während bei den einzelnen Bestandteilen eine fast überraschende Gleichförmigkeit hervortritt.

Die holsteinischen Seen zeigen sehr hohe Gesamtverunreinigungen. Namentlich die Seen bei Oldenburg und besonders der Grubersee rufen ohne Weiteres die Annahme hervor, dass dieselben wohl in irgend welchem Zusammenhang mit dem Meere stehen dürften, wie das besonders die hohen Chlorgehalte wahrscheinlich machen. Ein Blick auf die Karte bestätigt diese Deutung. Wir haben es thatsächlich in letzteren mit brackigen Gewässern zu thun.

Nachdem wir in Vorstehendem die Quellen der regelmässigen und namentlich der löslichen Verunreinigungen unserer Gewässer und an einigen Beispielen die chemische Zusammensetzung von deutschen Fischgewässern kennen gelernt haben, erübrigt es, diese Verunreinigungen selbst darauf zu prüfen, ob wir bei ihnen von einer Schädigung der Fischerei reden können.

Eingangs dieses Kapitels haben wir die in Rede stehenden Salze als Nährstoffe bezeichnet und mit Recht, denn jedes natürliche Gewässer stellt gewissermaassen biologisch eine Welt für sich dar, in welcher die Natur bestrebt ist, Lebewesen anzusiedeln und zu erhalten, soweit das die Bedingungen des betreffenden Wassers gestatten.

Wir haben gesehen, und es wird fernerhin davon die Rede sein, dass ein Fischgewässer eine gewisse Pflanzen-Vegetation enthalten muss, als notwendiges Erfordernis für das Fischleben im weitesten Sinne. Von den Pflanzen aber wissen wir, dass zu ihrer Existenz — gleichgültig, ob Land- oder Wasserpflanzen — eine gewisse Reihe von mineralischen Pflanzennährstoffen erforderlich ist zur Ausübung ihrer Lebensfunktionen. Es wird deshalb der Begriff der Verunreinigung in unserem Sinne, da das Pflanzenleben zum Gesunderhalten des natürlichen offenen Gewässers erforderlich erscheint, das Vorhandensein einer Reihe von Nährstoffen in dem Wasser nötig machen zum Zweck der Lebensfähigkeit eben dieser Pflanzenwelt: ich schalte ein: vorerst der höheren Pflanzen. Sind diese aber dem Wasser nötig, so ist wie von jedem Leben auch hier ein Absterben untrennbar.

Die abgestorbene Pflanze, sowie der Tierkadaver und etwaige sonstige pflanzliche wie tierische Reste enthalten oder bilden aber eine Reihe von löslichen, d. h. aus ihren Lagerstätten im Organismus auslaugbaren

Substanzen, darunter organische Salze, welche der vielgestaltigen Welt der Kleinflora, d. h. den Bakterien, willkommene Nahrung bietet und daher Fäulnisprozesse anregt und unterhält, welche nach dem Umfange der vorhandenen Nahrung zu einer mehr oder weniger starken Vermehrung der Bakterien führt. Bei dem ungeheueren Vermehrungsvermögen dieser pflanzlichen Kleinwesen regen die in deren Körpern aufgespeicherten organischen Substanzen eine üppige Entwickelung der Kleinfauna, unter welcher sich viele Bakterienfresser befinden, an und diese Kleintierwelt in ihrer vielgestaltigen Aufeinanderfolge und Ergänzung bietet den Fischen die erforderliche Nahrung. Wir sind deshalb durchaus berechtigt, diese natürlichen Verunreinigungen als Nährsalze zu bezeichnen, wenn ihre nährenden Wirkungen auch nur indirekt den Fischen zu gute kommen.

Wir haben oben erwähnt, dass der Salzgehalt unserer Meere dem allmählichen Auslaugungsprozess der festen Erdrinde seine Anwesenheit verdankt, aber wir finden in dem Meerwasser mit seinen Salzgehalten, welche etwa von 1 bis 4 pCt. schwanken, eine reiche Fauna, eine vielgestaltige Fischfauna: wir vermögen also nicht zu vertreten, dass eine derartige Koncentration von Meerwassersalzen der Fauna überhaupt die Lebensmöglichkeit abschneidet. Wir wissen, dass manche Fische unserer Binnengewässer vom Meer nach den Binnengewässern wechseln und umgekehrt, wir wissen aber auch, dass andere das salzige Meerwasser auf die Dauer nicht vertragen. Für diese Fische bietet also das Meerwasser den Begriff des Uebermaasses, eines schädlichen Uebermaasses. Die Bitterseen des Suezkanales mit ihrem Salzgehalt von 7,5 pCt., der grosse Salzsee mit 13,4 pCt., der Salzteich Tököly, Salzburg bei Hermannstadt in Ungarn, mit 20,3 pCt. (Temperatur 22—30 ° C.) und das Tote Meer mit 25—28 pCt. Salzgehalt stellen eine Reihe dar, welche uns dies Uebermaass bis zur völligen Unmöglichkeit der Entfaltung organischen Lebens vor Augen führt, als natürliche Verunreinigung der Gewässer mit löslichen Salzen. Sie erläutert gleichzeitig, dass abgeschlossene Gewässer im Laufe der Jahrtausende unter dem Einfluss der Auslaugungsprodukte der Gebirge und der Verdunstung unter ungenügendem Ersatz neuen Wassers noch weitaus höhere Koncentrationen erreichen können, wie unsere grossen Meere, deren Wasser durch Verdünnung lebenerhaltend wirkt.

An unseren Quellwässern beobachten wir mit verschiedenen Ausnahmen Farblosigkeit und einen hohen Grad von Durchsichtigkeit. Andererseits zeigen unsere natürlichen Gewässer bestimmte vielfach abweichende Farben bei wechselnder Durchsichtigkeit.

Die Farbe eines Gewässers steht mit seiner Durchsichtigkeit in engstem Zusammenhang.

Wenige Milligramme von Schwebestoffen vermögen nach A. Forel die Durchsichtigkeit eines Gewässers zu beeinflussen.

Bei minimalen Sinkstoffgehalten wird die Durchsichtigkeit nur bis zu einer kaum sichtbaren Trübung herabgestimmt. Mineralische, organische und lebende Körper (Bakterien und Algen, sowie die Kleinfauna) können als Ursachen verminderter Durchsichtigkeit auftreten, doch erst ihr Uebermaass

macht sich als deutliche Trübung bemerklich und weiterhin nach der Farbe der Trübstoffe als Färbung der Gewässer.

Die tiefblauen bis grünlichen Färbungen klarer Gewässer der südlichen Meere, der Alpenseen und zu gewissen Zeiten der grossen Ströme und selbst kleinerer Gewässer, deren Nuancirungen allerdings auch mit der Anwesenheit von Schwebestoffen zusammenhängen, können uns hier natürlich nicht berühren; wir haben hier wesentlich die Färbungen im Auge, welche durch Schmutztrübungen veranlasst werden und von denen wir wissen, dass sehr erhebliche Mengen von Schwebestoffen sie bewirken, so erhebliche, dass selbst dünne Wasserschichten davon beeinflusst werden. Diese Färbungen, welchen wir bei der überwiegenden Mehrzahl unserer Fischgewässer begegnen, sind zwar ebenfalls als Verunreinigungen aufzufassen, nicht aber als schädliche. Im Gegenteil, wir müssen sie als natürliche und notwendige bezeichnen, denen sich die Fauna der betreffenden Gewässer angepasst hat.

Gewisse Fische verlangen klares und durchsichtiges, andere wieder mehr oder weniger trübes Wasser, und es erscheint begreiflich, dass die einzelnen Glieder der Fischfauna eines Gewässers in diesem Sinne sich ihre Wohnplätze, ihre Standplätze aussuchen, und dass ein sachverständiges Auge aus diesem Umstande heraus, da naturgemäss die Trübungen, z. B. durch Strömungen etc. beeinflusst, nicht überall sich völlig gleichmässig bemerklich machen werden, aus dem Durchsichtigkeitsgrade eines Wassers sowohl auf die Art der Gesamtfauna eines Gewässers, als auch auf die wahrscheinlichen Standorte der einzelnen Arten wird schliessen können.

In diesem Sinne können wir trübes Wasser trotz der Verunreinigungen, welche die Trübungen darstellen, nicht als ein verunreinigtes Fischwasser ansehen, sondern müssen im Gegenteil diese Trübungen als naturgemässe und für seine Bewohner notwendige bezeichnen, wenn auch vielleicht als Folge dieser Trübung gewisse Fische dasselbe meiden werden. Wir haben dann eben diese darin nicht zu suchen. Geraten sie aus irgend welchen Umständen in solches Wasser, so werden sie dasselbe zu verlassen trachten — durch Auswanderung — oder allmählich aussterben, weil eine der an ihre Wohnstätte zu stellenden Bedingungen fehlt, wodurch sie der erforderlichen Lebens- und Fortpflanzungs - Freudigkeit entbehren*).

Natürlich spielt die Durchsichtigkeit auch bei der Ernährungsfrage der Fische eine ganz besondere Rolle. All die Fische, welche Luftnahrung oder Schwimmendes — um das Wort Plankton zu vermeiden — zu erblicken trachten, um es zu erhaschen, werden wir in klarem Wasser zu suchen haben, diejenigen, welche — wie die karpfenartigen Fische — gewissermaassen den Ufer- und Grundschlamm durchkauen und das ihnen zuträglich Erscheinende, ohne die Augen zu gebrauchen, mit dem Gefühl der Kauwerkzeuge auswählen, werden wir in trübem Wasser finden. Ja, diese Fische trüben selbst ganz direkt ein jedes Wasser, in dem sie sich aufhalten und das ihnen die für sie erspriesslichen sonstigen Bedingungen bietet.

*) Die vielfach fehlgeschlagenen Einbürgerungsversuche von Fischen in Gewässer, denen dieselben bis jetzt fehlten (Zander!), sind wohl in nicht wenigen Fällen auf die Nichtbeachtung dieser Umstände zurückzuführen.

Es erscheint deshalb begreiflich, dass im Sinne der verschiedenen Fische der Begriff eines trüben, d. h. verunreinigten Wassers ein sehr verschiedener ist, dass aber selbst uns sehr erheblich erscheinende Trübungen, aus welchen Ursachen dieselben auch entstammen mögen, noch lange nicht notwendigerweise als schädliche Verunreinigungen aufzufassen sind, sondern im Gegenteil mit unter den Begriff der Nährstoffe fallen. Ich erinnere hierbei an das oben Gesagte über den Anteil der organischen fäulnisfähigen löslichen und unlöslichen Bestandteile, welche einen Nährstoffquell für die Kleinflora und Fauna darstellen.

Soweit die Gehalte von Schwebestoffen in normalem natürlichem Fischwasser aber auch schwanken mögen, sei es im Interesse unserer Fischfauna im allgemeinen, sei es für das Wohlbefinden einer besonderen Art, so giebt es eben doch Grenzen, welche im äussersten Falle nicht überschritten werden dürfen, ohne thatsächlich aus einem trüben nun ein durch Verunreinigung geschädigtes Wasser werden zu lassen.

Gewöhnlich handelt es sich dabei um erdige Bestandtheile, wie solchen eben bei heftigen Regengüssen die herabstürzenden Wassermassen auf ihrem Wege begegnen, also um die zertrümmerten Gesteinsmassen aus denen in feinster Vertheilung unsere Kulturböden entstanden nebst den darin eingebettet gewesenen Resten organischen Lebens. Nach dem specifischen Gewicht dieser Massen und nach der Körnungsgrösse der einzelnen Partikelchen werden wir diese Substanzen mehr oder weniger lange, und mehr oder weniger weit unsere Fischgewässer begleiten sehen, bis sie auf natürlichem Wege zum Absatz gelangen und damit für die völlig entwickelten kräftigen Fische jede Bethätigung ungünstigen Einflusses verlieren.

Der direkte Schaden, welchen solche im Wasser aufgeschwemmten Trübungen den Fischen bereiten können, besteht darin, dass sich diese Substanzen zwischen den Kiemenblättchen, mit der Athemwasser in den Mund der Fische gelangt, absetzen und schliesslich den Verschluss der Kiemendeckel und damit eine normale Athmung verhindern. Auch die Anwesenheit mikroskopischer Algen kann sich in demselben Sinne ungünstig für die Fische bemerklich machen. Enthalten die aufgeschwemmten Massen scharfe schneidende Gesteinsflitter oder Krystalle mit scharfen Kanten und Ecken, so können Verletzungen der Kiemen beim Durchgange des Wassers vorkommen und damit Entzündungen derselben, welche, wie vielfach beobachtet wurde, den Tod der Fische im Gefolge haben können.

Auch andere dem vorbeifliessenden Wasser ausgesetzte empfindliche Teile der Schleimhäute, namentlich die ungeschützten Augen werden unter Umständen in Mitleidenschaft gezogen. Erkrankungen der Augen und Erblindungen kommen nicht selten vor, z. B. wie vielfache Erfahrungen in den Brutanstalten beim Gebrauch eiserner Wasserzuleitungsrohre lehren, in Folge der dadurch bedingten Anwesenheit von suspendiertem Eisenoxyd etc.

Das wären im Wesentlichen die ungünstigen Einflüsse natürlicher Schlammtrübungen auf das Leben der Fische.

Erinnern wir uns weiter noch der unter ihrem Einfluss möglichen Verschlammungen der Laichstellen, der todbringenden Einbettungen abgelegter Fischeior, der Verschlammung der Flora, welcher dadurch ihre Aufgabe der Zerlegung der Kohlensäure unter Abspaltung von Sauerstoff erschwert wird, sowie der Herabstimmung der Wachstumsfreudigkeit der Flora unter trübem, d. h. mangelhaft lichtdurchlässigem Wasser, so hätten wir damit die natürlichen Schädigungen als Folgen von Schlammtrübungen erschöpft.

Im Allgemeinen vertragen die Fische solche mechanischen Verunreinigungen, Wassertrübungen, wie sie die Gewässer mitbringen, vorübergehend meist ohne jeden Schaden. selbst ganz besonders grosse Massen derselben bleiben einflusslos, wenn die Fische gesund und kräftig ihren Einwirkungen ausgesetzt werden. Sind die Tiere aber in Folge anderer Umstände bereits erkrankt und geschwächt, vielleicht wegen des allzulange andauernden ruhelosen Widerstandes gegenüber den abwärts fliessenden Wassermassen, dann vermögen sie namentlich die eintretenden Verstopfungen der Kiemen nicht mehr zu überwinden. Wie das 1897er Hochwasser in Sachsen bewiesen hat, gehen dann die Fische in grosser Zahl zu Grunde.

Fischgewässer, welche nur solchen natürlichen Verunreinigungsgefahren ausgesetzt sind, wie wir sie eben kennen gelernt haben, kommen indes in Deutschland nur noch in verhältnismässig wenigen Landschaften vor.

Nur in wenig zugänglichen Gebirgsthälern, bei den Alpenseen und in den industrie- und bevölkerungsarmen Gegenden Nord- und Nordost-Deutschlands tritt lediglich die Natur mit diesen ihren Schäden in die Erscheinung. Wo unser Kulturleben dagegen sich eingenistet hat an unseren Wasserläufen, da sind es weit vielseitigere und schwerere Gefahren, welche der Fischerei drohen.

Wir werden an anderer Stelle — im nächsten Abschnitt — der Einflüsse und Schäden zu gedenken haben, welche unser Kulturleben im Gefolge hat.

Hier sei nur noch darauf hingewiesen, dass, wie wir gesehen haben, die natürlichen Verunreinigungen, wie sie normale Wässer unter normalen Zuständen der Fischfauna zu bieten pflegen, für das Fischleben direkt und indirekt erforderlich sind für ein fröhliches Leben und Gedeihen, dass die löslichen Bestandteile ihnen nur schädlich sind, wenn sie im Uebermaass auftreten und dass auch die Sinkstoffe nur dann Gefahren bieten, wenn aussergewöhnliche Ereignisse, wie Hochwasser, sie im Uebermaass dem Fischgewässer zuführt.

An anderer Stelle gedachten wir bereits aussergewöhnlich hoher Temperaturen, dem Fehlen des erforderlichen Atemsauerstoffes, der Anwesenheit hoher Kohlensäuregehalte, sei es, dass die Quellen sie mitbringen, sei es, dass Ablagerungen organischer Schlammmassen unter Mithülfe von Fäulniserregern sie dem Wasser zuführen.

In vulkanischen Gegenden bietet die Natur ihren Geschöpfen noch direkte Gifte. Wenn wir in Deutschland auch in der glücklichen Lage sind. solcher Gefahren zu entbehren — höchstens Kohlensäureexhalationen kämen bei uns allenfalls in Betracht —, so kommen doch z. B. im Rio

Vinagre, welcher im Bereich des ständig rauchenden Vulkans Puracé in Columbien entspringt, freie Säuren in so erheblichen Mengen vor (1,1 g Schwefelsäure und 1,2 g Salzsäure im Liter), dass man dort — und anderwärts — von direkten der Erde entströmenden Fischgiften sprechen muss.

Auch manche der oben erwähnten Mineralquellen enthalten schädliche Substanzen, welche wir als Fischgifte kennen, z. B. die Schwefelquellen. Doch kommen diese bei uns fischereilich kaum in Frage.

Noch einer indirekten Schädigung möchte ich hier gedenken. Wenn die Verhältnisse Gelegenheit bieten, dass sich organische, noch nicht genügend mineralisierte Sinkstoffe in grossen Massen als Schlamm ablagern können, so ist es nicht ausgeschlossen, dass durch eigenartige chemische Prozesse das giftige Schwefelwasserstoffgas auftritt, welches dann den Fischen des betreffenden Wassers gefährlich werden kann.

Wir werden bei den Schäden, welche unser Kulturleben der Fischzucht bietet, noch weiter der Fischgifte zu gedenken haben.

Das Fischwasser als Futterplatz und Weide der Fische.

Nähr-Pflanzen und -Tiere. Jedes Fischwasser muss eine gewisse Menge von Pflanzen und Tieren enthalten, von denen sich die Fische ernähren können. (Vergl. auch die Abbildungen pag. 41—42 und 45—49).

Die durch die Fische ausnutzbare Gesamtsumme an Nahrung erhält ihren Ausdruck in der Produktivität der betreffenden Gewässer. Dieselbe wird naturgemäss beeinflusst durch den Pflanzennährstoffgehalt des Gewässergrundes, von dessen Reichtum die Ueppigkeit des Pflanzenwachstums wesentlich abhängig ist. Dieser wiederum hemmt oder fördert den Bestand an Nährfauna, welche ihrerseits zu ihrem Gedeihen mikroskopischer Kleinnahrung bedarf, die der erwachsene Fisch vielleicht gar nicht aufzunehmen vermag, die aber trotzdem indirekt zu seinem Wohlbefinden in ernährungsphysiologischem Sinne unentbehrlich ist.

Die Produktivität eines Gewässers drücken wir aus in kg Jahreszuwachs pro ha Fischwasserfläche oder etwa 2 km Länge eines Baches von 3—4 m mittlerer Breite, welche dann unter Berücksichtigung der verschiedenen Ausbuchtungen auf dieselbe Flächeneinheit von 1 ha hinausläuft.

Diese Produktivität schwankt in sehr erheblichen Grenzen. Es giebt Karpfenteiche mit einem Jahresabwachs von 600 kg gegenüber 15—20 kg Abwachs in Forellenbächen.

Die natürliche Produktivität kann durch künstliche Eingriffe, wie Flusskorrektionen, Wehrbauten und das Einwerfen chemischer oder hauswirtschaftlicher Verunreinigungen wesentlich beeinflusst werden.

Ufer- und Flussbauten wirken meist im Sinne der Verminderung des Pflanzenbestandes und damit der Nährfauna.

Eingebaute Wehre hindern den natürlichen Wechsel der Wanderfische, hervorgegangen aus dem Bestreben, frische, nahrungsreichere Weidegebiete aufzusuchen, ganz abgesehen von dem Wandertrieb einzelner Arten zur Fortpflanzungszeit.

Bei der Beurteilung derartiger Vorkommnisse ist aber nicht nur das

in Frage stehende Wasser allein zu berücksichtigen, sondern das gesamte Flusssystem, zu dem es gehört, da Korrektionen in benachbarten, damit in Verbindung stehenden Gewässern den Bestand des gesamten Gewässergebietes herabsetzen und damit die Zahl der herüberwechselnden Wanderfische (Barben, Nasen, Huchen, Forellen) vermindern, weil die Fische in ihren Ernährungsbedingungen beeinträchtigt werden.

Die Einleitung von industriellen und Hausabwässern lässt sich nicht so bestimmt als Beeinflussung zu Ungunsten der Fischerei auffassen wie die eben erwähnten baulichen Eingriffe, wenn wir auch in den meisten Fällen diesen Eingriffen eine nahrungvermindernde Wirkung infolge schädigender bis tötlicher Einflüsse auf Flora und Fauna beimessen müssen. Gelegentlich wirken solche Abwässer auf die normale Pflanzenwelt der Gewässer zwar schädlich, aber unter gleichzeitiger Anregung von Vegetationen, welche nur bei Anwesenheit gewisser Bestandteile bestimmter Abwässer aufzutreten pflegen. So sehen wir z. B. in eisenhaltigen Abflüssen die roten Eisenalgen (Lyngbya) auftreten, in Abwässern aus den Betrieben, welche im Wesentlichen organische Substanzen den Abwässern zuführen, also der landwirtschaftlichen Gewerbe (Zuckerfabriken, Stärkefabriken, Brauereien, Brennereien, Molkereien, Mahlmühlen, besonders aber der beiden ersteren) weisse Fadenalgen (Beggiatoa, Leptomitus, Sphärotilus) in schwimmenden Fladen oder Steine beziehungsweise Holzreste im Bachlauf überziehenden leichten Rasen flottieren. Endlich finden wir, dass Abwässer als fischereischädlich nicht mehr anzusehen sind, sondern sogar als — nützlich, insofern gewisse Bestandteile derselben entweder direkt als Nahrung für die Fische aufzufassen sind oder doch wesentlich zur Förderung der Entwicklung und Ernährung der Nährflora oder -Fauna beitragen, indem sie als eine Düngung der Gewässer anzusehen sind (Abgänge menschlicher Auswurfstoffe oder Abflüsse von Düngerhaufen sowie unter Umständen die Abwässer der Städtereinigung, ja selbst die oben genannten Abwässer der landwirtschaftlichen Gewerbe, falls ihr Übermaass verhütet werden kann), wie wir ja in der rationellen Teichwirtschaft solche Düngungen unter Umständen absichtlich und mit grossem Erfolg zur Ausführung bringen sehen.

Bei einem Eintreten für den im allgemeinen zwar gültigen Satz, dass die natürliche Produktivität eines Gewässers durch künstliche Eingriffe wesentlich beeinflusst werden kann, darf also nicht ausser Acht bleiben, dass sich auch fischereinützliche bemerklich machen können.

Alle Maassregeln aber, welche eine Verminderung der natürlichen Nahrung hervorrufen, werden wir aufzufassen haben als wertvermindernd für ein Fischwasser. Eine Konstatierung derselben ist indes nur möglich durch Vergleich mit einer nicht verunreinigten Strecke bei sonst übereinstimmenden Verhältnissen.

Das Fischwasser als Wochenstube und Kindergarten für die Fische.

Boden und Uferbeschaffenheit Wie die natürliche Beschaffenheit des Grund und Bodens dem Speisebedürfnis der Fische Vorschub zu leisten und dasselbe indirekt zu fördern hat, so kommt ihr auch bei der Ermöglichung der Fortpflanzung der meisten Fischarten ein wesentlicher Anteil zu.

Forellenartige Fische laichen z. B. nur in reinem, lockerem Kies, in den sie ihre Laichgruben schlagen können.

Im Kies abgelegte Forelleneier können — wie bereits erwähnt — durch Verschlammung darin eingebettet, zum Absterben gelangen. Ausbaggerungen der Flussbetten zur Kiesgewinnung, Verschütten von Laichstellen und schützenden Untiefen durch Baggerschlamm oder Schlammtrübungen infolge des Dampfschiffbetriebes, durch beständiges Aufrühren des Grundes, sind ebenfalls zu beachten.

Pflanzen. Karpfenartige Fische verlangen die Anwesenheit von Pflanzen in den Gewässern, um daran ihre Eier anzukleben, ja gewisse Fischarten bevorzugen sogar bestimmte Pflanzenspecies, wie der Brachsen die Froschlöffelgewächse (besonders Stratiotes aloides) und die Maräne die Armleuchtergewächse (Characeen).

Werden diese Fortpflanzungsbedingungen in einem Gewässer vernichtet, ja auch wohl nur eingeschränkt, so wird die Fortpflanzung darin ungünstig beeinflusst, sie kann vollständig aufhören, was natürlich ein Zurückgehen des Fischbestandes im Gefolge hat.

Derartige Eingriffe kommen vor als Folge von Flusskorrektionen, durch welche der Pflanzenwuchs vermindert wird, von Ausgrasungen der Flussbetten, durch welche der Pflanzenbestand entfernt und sogar vernichtet werden kann. Mit den geschnittenen Pflanzen werden oft Fischeier und Brut in grossen Mengen aus dem Wasser entfernt, sogar unter Umständen unter obrigkeitlicher Approbation, wenn die „Bachbeschau“ (in Baden) zur Unzeit ihre Anordnungen trifft, d. h. sie, wie leider gewöhnlich, in den Frühsommer verlegt. Doch kann auch allzudichter Pflanzenbestand schädlich wirken.

Strömung und Tiefenverhältnisse. Viele Fische verlangen zu ihrer Fortpflanzung bestimmte Wasserströmungen! So wird die Aesche, der Huchen, der Sterlett nur in fliessendem, nicht aber in ruhendem Wasser laichreif. Die Maräne setzt ihre Eier nur in beträchtlichen Tiefen ab, während die salmonidenartigen Fische zum Laichen aus den tieferen Regionen der Bäche und Flüsse aufsteigen zu kleineren Bächen bis kleinsten Rinnsalen mit flachem Wasser, wo die Bedingungen für die Erbrütung, d. h. wohl hauptsächlich niedere Temperatur und das Fehlen der Verschlammungsgefahr obwalten, während für ein gedeihliches Leben der Jungbrut in den der Unterschlupfe und Schutzstellen nicht entbehrenden sauerstoffreichen Gewässern bei spärlich sich bemerklich machenden Feinden bestens gesorgt ist.

Sonstige Störungen. In Gewässern mit Dampfschiffsverkehr kann namentlich bei flachen, hinter der Wasserlinie wieder sinkenden Ufern die Fischerei dadurch geschädigt werden, dass die junge Brut unter dem Einfluss der Dampferwellen über die Uferkante gespült, nicht mehr zurück kann und zu Grunde geht.

Bei flachen Ufern überhaupt dürfte bereits ein lebhafter Bootsverkehr die Fische stören, dieselben vertreiben und dadurch den Fischwasserbesitzer schädigen. Solche Uferstellen müssen daher sowohl als Wohnplatz wie als Weide und Laichplatz ihren normalen, natürlichen Wert verlieren.

Das Fischgewässer als Jagdgehege für den Fischer.

Beschaffenheit der Ufer und ihrer Umgebung. Das beste Fischwasser ist als geschädigt anzusehen, wenn ihm die Bedingungen für Ausübung einer gedeihlichen gewerbegerechten Fischerei abgehen oder beschränkt sind.

Je nach der Natur der betreffenden Fischgewässer kann es sich dabei um eine Beeinträchtigung der Angel- oder Reusenfischerei, der Handhabung des Wurfnetzes oder dem Fischen mit Stellnetzen oder Zugnetzen handeln. Allzudicht mit Bäumen oder Strauchwerk bewachsene Ufer hindern die Angelfischerei, erschweren den Zugang zum Wasser und beschränken jede Fischerei, soweit es sich dabei um Uferfischerei handelt. Geeignete Aufzugstellen für die Netze dürfen in keinem Fischwasser fehlen, besonders aber erfordert sie die Lachsfischerei in tadellosem Zustand. Die Flusskorrektionen wirken nach dieser Richtung durch ihre Buhnenbauten und Aussteinungen der Ufer besonders schädlich.

Beschaffenheit des Grundes. Die Handhabung der Stellnetze wird durch eine allzu üppige Flora behindert und das Fischen mit Zugnetzen durch Hindernisse im Grunde der Gewässer, wie vorstehende Steine, Baumwurzeln und anderes mehr, unmöglich gemacht.

Trübes Wasser. Mechanische Verunreinigungen des Wassers können durch Ansetzen an die Netze, im Sinne einer stärkeren Sichtbarmachung der Fanggeräte. in Folge deren die Fische ihnen ausweichen, schädlich werden und bei starker Ueberhandnahme fäulnissfähigen Schlammes, wie er im Gefolge solcher Verunreinigungen, namentlich unterhalb grösserer und besonders nicht kanalisierter Städte, welche ihre Schmutzwasser in die vorbeifliessenden Flüsse leiten, auftritt, nimmt unter Umständen diese Calamität derart zu, dass eine Befischung der Gewässer, wie das bis vor nicht zu langer Zeit an der Unterspree noch der Fall war, völlig unmöglich wird. Die faulenden gasdurchtränkten Schlammmassen steigen dann an die Oberfläche und heben die Netze. Auch in Seen, in welche Zuckerfabriken ihre ungereinigten Abwässer leiten, kommen solche Zufälle, wie an zwei Seen des Ostens von dem Verfasser direkt beobachtet wurde, im Frühsommer regelmässig zu schwerem Schaden der Fischerei vor.

Sonstige Störungen. Ein geschmälertes Uferbetretungsrecht kann den Wert eines Fischgewässers herabstimmen.

Aber nicht nur die direkte ungehinderte Ausübung seines Erwerbes muss dem Fischer verbleiben; es darf ihm auch an Platz für das Aufhängen seiner Netze nicht fehlen, da er sonst indirekt an seinen Werkzeugen und damit an dem Wert der betreffenden Fischerei geschädigt wird.

Andererseits darf aber auch nicht verschwiegen werden, dass die Fischer selbst ihre Fischereigründe nicht selten dadurch schädigen, dass sie allzu intensiv fischen und alles herausholen, was gerade ins Netz läuft ohne sich vielfach sogar an das Mindestmaass zu halten. Der Berliner Markt bot hierfür in der letzten Zeit ein beachtenswertes Beispiel. Es waren von einem Verein zweijährige halbpfündige Karpfen in einen öffentlichen Wasserlauf gesetzt worden und — nach einigen Tagen erschienen dieselben am Markt!

Sogar die an sich segensreiche Einführung von Schonmaassen kann, wenn alles nicht Untermaassige, welches ins Netz läuft, herausgefangen wird, dazu führen, dass die Fischbestände „verbutten".*)

Wir wissen aus der Praxis der Salmonidenzüchter, dass das befruchtungs- und lebensfähigste Eiermaterial grösseren älteren Tieren entstammt; auch die Eier solcher Tiere sind an sich grösser. Wollten wir einen Forellenbach, dessen Bestand auf natürliche Fortpflanzung allein angewiesen bleiben soll, durch intensiven Fang aller gerade übermaassigen Fische berauben — dass eine solche Absicht im Forellengewässer kaum durchführbar, spielt hier keine Rolle — so würde zweifellos die Nachkommenschaft der Forellen, welche eben nur das Mindestmaass erreicht haben, im Laufe einiger Generationen degeneriren, sie würde allmählig an Schnellwüchsigkeit verlieren und überhaupt klein bleiben. Die Richtigkeit dieser Behauptung lässt sich aus den Erfahrungen der Züchter mit aller wünschenswerten Schärfe beweisen. Warum sollte das, was für die Forellenzucht und in vielleicht noch unanfechtbarer Weise für die Karpfenzucht gilt, bei unseren Wildfischen nicht ebenfalls eine Regel sein?

Das an sich so segenbringend gedachte Schongesetz und die daraus von den Fischern abgeleitete Berechtigung alles Übermaassige fangen zu dürfen, hindert das Aufkommen schnellwüchsiger Rassen und Familien. So lange wir nicht im Stande sind aus irgend welchen Merkmalen das Alter der Fische sicher zu bestimmen, um dem Schonmaass etwa eine Altersgrenze an die Seite zu stellen, kann nur der Fischer selbst sich beziehungsweise seine Fischereigründe schützen. Das Beispiel der Züchter sollte auch in Fischerkreisen zum Nachdenken auffordern, im wohlverstandenen Interesse der eigenen Fischbestände.

Würden die Fischer bei jedem Fischzuge einige besonders schön gewachsene kräftige Fische wieder ins Wasser werfen, dann läge die Möglichkeit der Nachzucht aus diesen gar nicht notwendigerweise besonders zahlreichen Familien vor, während gegenwärtig bei der vielfach erheblich angewachsenen Zahl der Fischereiberechtigten an einem Wasser die Uebertischung zur Regel wird und damit die Vernichtung eines gesunden, vermehrungsfähigen und schnellwüchsigen Fischmaterials. Es fehlt eben noch vielfach unter den Fischern das Verständniss für eine richtige Fischereiwirthschaft. Einige rühmliche Aussnahmen bestätigen nur die Regel.

Treten aber derartige selbstverschuldete Schädigungen ein, so wird das nie zugegeben, sondern man ist schnell bei der Hand damit, den eingetretenen Schäden andere Ursachen unterzuschieben.

Andererseits regen die Erfolge und Angebote der Züchter zu Besetzungen mit Fischen, welche vielleicht dem betreffenden Gewässer bisher fremd waren, an. Auch hier kann von Seiten der Fischereibesitzer gefehlt werden. Fresslustigere fremde Nahrungskonkurrenten können, der Rasse nach gute Bestände marktfähiger und am Markt gesuchter Fische schädigen. Was uns der Fremdling — er braucht nicht gerade aus Amerika zu

*) Kleinbleiben in Folge angeborener mangelhafter Entwickelung oder mangelhafter Ernährung.

stammen, auch Fische mit deutschem Bürgerrecht können stören — wert ist, wissen wir nicht, deshalb ist jedenfalls auch nach dieser Richtung Vorsicht am Platz und eine Nachfrage nach solchen Manipulationen erscheint bei der Beurteilung eines Fischwassers immerhin nicht überflüssig.

Auch das Überwiegen einzelner Fischarten, das massenhafte Vorkommen kleiner Fische einer Art, das Vorherrschen oder Fehlen der Raubfische und anderes mehr werden wir zu beachten haben.

Alle die erwähnten Momente stellen mehr oder weniger beachtenswerte Faktoren dar, welche ein Sachverständiger bei Beurteilung eines Fischwassers zum Zwecke des Nachweises einer eventuellen Schädigung, nicht vernachlässigen darf, so sehr sie auch nach ihren einzelnen Komplikationen, nach der Natur der Gewässer und der einzelnen Fischart wechseln können.

Die Zahl der wirklich nach all diesen Richtungen Sachverständigen ist eine nicht sehr grosse im Reich, jedenfalls sehr viel kleiner als diejenige der Fischer, einschliesslich der Freunde der Fischerei, welche sich eifrig bemühen Fischerei und Fischzucht zu heben und zu fördern und dies ausführen zu können glauben ohne eine sorgsame zielbewusste Pflege der Fischereiwissenschaft.

Dass der Fischer und Fischhändler den Nutzen der Wissenschaft nicht begreift und den direkten Vorteil, den ihm die Bevölkerung unserer Wasserläufe auf öffentliche Kosten gewährt, vorzieht, ist verständlich, dass aber auch in anderen Kreisen, in denen ein weiterer Blick erwartet werden dürfte, die Wissenschaft und ihr Nutzen für den auf solcher Basis allein möglichen Ausbau einer Fischereiwirtschaftslehre nicht in genügender Weise erkannt wird, trotz der Lehren, die uns die Landwirtschaftswissenschaft und deren Versuchsstationen im letzten halben Säkulum gebracht haben, bleibt bedauerlich, wenn auch nicht auffallend, in unserer Zeit vielfach planlos und unberechtigt geforderter wirtschaftlicher Förderung einzelner Berufszweige. Die Wissenschaft kann unter solchem Unverstand wohl leiden, auch gehemmt werden allenfalls, in ihrem Lauf aufhalten lässt sie sich nicht. Und das Jahr 1898 wird hierin einen Merkstein bilden, durch die mächtige Förderung der idealen und praktischen Ziele, welche die Handhabung des Tenax-Apparates in der Hand wissenschaftlicher Forschung unserer deutschen Fischerei zu bringen bestimmt sein dürfte. Die sozusagen aus dem Ärmel geschüttelten Resultate, die ein erster Beobachter damit erzielte, deren Bestätigung im Einzelnen allerdings noch abzuwarten wäre, geben uns die Gewähr, dass mit Hülfe des handlichen Apparates eine Fülle von Rätseln, welche die Praxis dermalen hemmen und beschweren, aufgehellt werden können.

Dem Verfasser dieses aber ist es eine ganz besondere Freude und, wie er wohl selbst hinzufügen darf, eine ganz besondere Ehre, die Notwendigkeit und den Wert eines solchen Apparates schon vor Jahren erkannt, die Preisfrage verfasst, vertreten und ihre Verkündigung nicht ohne Schwierigkeiten durchgesetzt zu haben. Gerade an der Wende des Jahres 1898 erscheint es besonders wohlthuend hierauf hinzuweisen. Auch in diesem Sinne gebührt Herrn Prof. Dr. Friedr. C. G. Müller ein ganz besonderer Dank, der nicht unausgesprochen bleiben durfte.

D. Durch unser Kulturleben verunreinigtes Wasser und seine fischereilichen Schäden. Ratschläge zur Abhülfe.

Mannigfach, wie die Industrie selbst in ihren Erzeugnissen, sind auch ihre Abfallstoffe, die sie zu beseitigen wünscht.

Von Alters her hat der Mensch seine Siedlungen an die Gewässer gelegt, um diese als Anfuhrwege für die ihm nötigen Handelsprodukte, wie auch als Abfuhrwege zu benutzen sowohl für seine Erzeugnisse, als auch für die Reste und Unratstoffe gewerblichen und menschlichen Lebens.

Mit der Verdichtung der Bevölkerung und der Zunahme ihrer Bedürfnisse bei steigender Kultur sowie unter dem Einfluss des glücklichen Anwachsens industrieller Thätigkeit, welches wir besonders dem Aufschwunge der letzten 50 Jahre danken, konnte es nicht ausbleiben, dass unsere Gewässer, und zwar zuerst und besonders in den Industriecentren des Reiches, über Gebühr verunreinigt wurden.

Die Gesamtheit der deutschen Fischgewässer mit räumlich nicht besonders ins Gewicht fallenden Ausnahmen steht heutzutage unter dem Einfluss dieses Kulturlebens, d. h. unsere Gewässer sind fischereilich fast in ganz Deutschland als verunreinigt durch Menschenhand anzusehen; von normalen natürlichen Verhältnissen kann in diesem überwiegenden Teile unserer Gewässer kaum noch die Rede sein.

Wie wir aber gesehen haben, dass nicht jede natürliche Verunreinigung unter dem Einfluss der Auslaugungsprodukte unserer Gebirge und Moore oder der Trübungen, welche mitgerissene Schwebestoffe bewirken, als direkt fischereischädlich aufgefasst werden kann, so müssen wir auch hier mit bis zu einem gewissen Grade unabänderlichen Thatsachen rechnen und uns mit ihnen abzufinden suchen, um so mehr, als sich hier wie dort behaupten lässt, dass nicht alle Verunreinigungen, welche unser Kulturleben im Gefolge hat, nun auch unter allen Umständen als fischereischädlich aufgefasst werden dürfen. Wie ein gewisses Maass natürlicher Wassertrübung nicht nur nicht schädlich sich bemerklich macht, sondern gewissen Fischarten sogar zuträglich und mehr oder weniger unentbehrlich ist, so auch können gewisse Verunreinigungen, welche menschlicher Existenz oder menschlichem Gewerbefleiss ihre Entstehung verdanken, als unschädlich, ja sogar unter gewissen Umständen als fischereilich nützlich aufgefasst werden. In beiden Fällen ist es erst das Uebermaass, welches thatsächlich Schaden bringt.

Aber unsere Industrie ist sehr vielseitig und mit ihr die Bestandteile, die als Auswurfstoffe der Gewerbe und des menschlichen Haushaltes in unsere Gewässer gelangen.

Eine Untersuchung der Schäden, welche als Folgen unseres Kulturlebens in Betracht kommen könnten, müsste also in erster Linie festzustellen trachten

1. was denn an möglicherweise fischereilich schädlichen Substanzen ausgeworfen wird und
2. welchen Schaden diese einzelnen Substanzen dem Fischwasser bringen beziehungsweise wie sie den Fischen schädlich werden.

   Weiter hätten wir zu untersuchen

3. welche Mittel uns die moderne Wissenschaft und Technik bietet, um diesen Schäden wirksam vorzubeugen, sei es durch eine Verhütung des Einlassens solcher Bestandteile oder wenigstens eine Verminderung der möglichen Schäden durch Reinigung der Abwässer oder dadurch, dass wir ihre schädlichen Bestandteile unschädlich zu machen trachten.

Ferner hätten wir uns die Frage vorzulegen, ob die Industrie und die Anwohner unserer Gewässer ein Recht geltend zu machen vermöchten auf die Benutzung der Wasserwege zur Beseitigung ihrer Unratstoffe und inwieweit der Staat mit seiner ordnenden Hand die Pflicht habe, eben diesen Anwohnern, also auch der Industrie, als den auf die Wassernutzung Angewiesenen, einschliesslich der Landwirtschaft und Fischerei, durch entsprechende Gesetze und Verordnungen eine ungeschmälerte Benutzungsmöglichkeit des Wassers unserer Gewässer zu gewährleisten.

Wenn wir aber dazu gelangen sollten, die machtvolle Hand des Staates zur Erreichung dieses Zieles nicht entbehren zu können, so dürfte die Erwägung nicht auszulassen sein, ob der Staat, der wohl die Verunreinigungen verbieten, aber bei dem ständigen Fortschritt unserer Technik auf dem Wege der praktischen Benutzung neuer Errungenschaften der rastlos arbeitenden Wissenschaft nicht gehalten sein kann, gebieten zu sollen, wie denn das zu erstrebende Ziel einer Einschränkung der vielen bestehenden Wasserverunreinigungen sowie der Verhütung einer Verschlimmerung der gegenwärtigen Zustände zu erreichen wäre. Es würde zu untersuchen sein, inwieweit wir von dem Staat und seinen wissenschaftlichen Instituten im Interesse der Fischerei — und der sonstigen Beteiligten — eine Anteilnahme an dem Studium der Sonderfragen, welche die einzelnen Interessenten berühren, zu erwarten berechtigt sind oder ob nicht vielmehr die den Schaden bringende Industrie und die Geschädigten, das wären im Wesentlichen die Fischerei, die Landwirtschaft und die in dem oder jenem Sonderfall unbeteiligte Industrie, auf dem Wege der Selbsthülfe Mittel und Wege herauszufinden hätten, auf denen der bestehenden und der fast überall im Reich drohenden Kalamität einer weiteren Verschlechterung unserer Gewässerverhältnisse abzuhelfen und vorzubeugen wäre.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass wir mit Gesetzen und Verordnungen gegen die Verunreinigung unserer Gewässer nicht auskommen, ebensowenig mit einer noch so sorgsamen Ueberwachung zum Zweck der Achtung der Anordnungen der Behörden. Neben dieser dankenswerten

4. Staatshülfe können wir

5. der Selbsthülfe

nicht entraten im ureigensten Interesse der schädigenden wie der geschädigten Wasserinteressenten. Wie diese Selbsthülfe unter dem wohlwollenden Druck der starken Hand des Staates oder besser noch des Reiches zu erlangen wäre, das zu untersuchen dürfte den Schluss unserer Betrachtungen zu bilden haben.

I. Was in unsere Gewässer gelangt.

Sehen wir uns die verderblichen Gaben unseres Kulturlebens näher an, so haben wir neben den Auswurfstoffen aus Küche und Haus in erster Linie zu fragen nach der Natur der Rohmaterialien, welche die verschiedenen gewerblichen Betriebe verarbeiten und vorab zu unterscheiden zwischen mineralischen und organischen Auswurfstoffen.

Unsere Bergwerks- und Salinen-Industrie, die verschiedenen Betriebe der Metallverarbeitung, die sogenannte chemische Industrie sowie ganz allgemein die Heiz- und Feueranlagen der Industrie und des Hauses, neben Leuchtgasfabriken und den Arbeitsstätten der Theerverarbeitung, liefern wesentlich Abfälle mineralischer Natur, während die Industrien zur Gestaltung und Verarbeitung unserer Faserstoffe, die Zellstoff- und Papierindustrie zwar organische Rohstoffe verarbeiten, aber zu dieser Arbeit doch einer Fülle von Mineralstoffen bedürfen, so dass hier neben organischen Resten mineralische ausgeworfen werden. Bei Gerbereien, Leimfabriken etc. liegen die Verhältnisse ähnlich, während die sogenannten landwirtschaftlichen Gewerbe (Zuckerfabriken, Stärkefabriken, Spiritusbrennereien, Brauereien) einschliesslich der Molkereien und Käsereien im wesentlichen organische Stoffe auswerfen. Diesen Betrieben müssen wir im Sinne der Verunreinigung der Gewässer die Abwässer der sogenannten Städtereinigung, die Ausflüsse aus unseren Haushaltungen, Schlachthöfen und Abdeckereien direkt anreihen.

Betrachten wir die Auswurfstoffe dieser Industriegruppen näher in Bezug auf die chemische Natur ihrer Abgänge und im Hinblick auf die oben bereits flüchtig gestreifte Wirkungsweise dieser Stoffe auf das Fischleben, welche wir später noch eingehender kennen lernen werden.

Bergbau- und Salinen-Industrie.*) Unter den Abwässern des Bergbaus haben wir in Deutschland in erster Linie der Kohlengrubenwässer zu gedenken und dabei auch der Kohlenwaschwässer. Nach

*) Wo im Nachstehenden nähere Litteraturangaben fehlen, sind die betreffenden Zahlen, meist ausgewählt und abgerundet, den wohl allgemein zugänglichen, bekannten Handbüchern J. König's „Verunreinigung der Gewässer“ und F. Fischer's „Das Wasser“ entnommen. Wo von gereinigten Abwässern die Rede ist, sind die Reinigungsverfahren hier nicht besonders beschrieben. Ueber die Reinigung der Abwässer und die dabei üblichen mehr oder weniger brauchbaren Verfahren wird an anderer Stelle die Rede sein. Vergl. weiter unten: Die Hülfsmittel der modernen Wissenschaft und Technik.

der chemischen Natur der Flötze begegnen wir natürlich relativ recht verschiedenen Zusammensetzungen der in Rede stehenden Abwässer. Allen Kohlengrubenwässern gemeinsam dürfte ein oft nicht unbeträchtlicher Kochsalzgehalt sein, der sich bis zu Mengen von 4 bis 6 Proz. steigern, also den Meerwassergehalt übersteigen kann; auch Chlorkalium, Chlormagnesium, Chlorcalcium und selbst Chlorbaryum wurden darin beobachtet. Wir begegnen in den Steinkohlengrubenwässern ferner den schwefelsauren Salzen von Eisen und Thonerde (in einem englischen Grubenwasser bis zu 787 mg p. L. beobachtet), worunter namentlich das oft auftretende Eisenvitriol wegen seiner später unter Sauerstoffabsorption erfolgenden Ausscheidungen von Eisenoxyd besonders unangenehm werden kann. Auch freie Schwefelsäure (bis 335 mg) sowie freie Salzsäure kommen in solchen Wässern vor, während andererseits auch Natriumbicarbonat beobachtet wurde.

Es kann vorkommen, dass kleine Flüsse nach dem Eintritt dieser Grubenwässer beträchtliche Mengen freier Schwefelsäure führen, wodurch natürlich jedes Fischleben vernichtet wird. So enthält die Birawka (Oberschlesien) nach Aufnahme der Orzeschen Grubenwässer 29 mg freie Schwefelsäure.

Die Kohlenwaschwässer sind besonders bedenklich, wenn die betreffenden Kohlen reich an eingelagertem Schwefelkies waren; es können dann durch Oxydation nicht unbeträchtliche Mengen freier Schwefelsäure neben Eisensalzen darin vorkommen; auch thonige Schlamme aus der Gangart wirken störend.

Weniger schlimm sind im Allgemeinen Braunkohlengrubenwässer, obgleich sich hier dieselben Uebelstände, wenn auch meist in abgeschwächtem Maasse, bemerklich machen. Verfasser fand in einem Braunkohlengrubenwasser sächsischer Herkunft, welches gelegentlich in einen Fischteich übertrat, neben 102 mg Eisenoxydul 92 mg freie Schwefelsäure im Liter, während H. Fleck in dem Wasser einer Grube des sächsischen Braunkohlenbergbaues sogar 262 mg Eisenoxydul nachwies.

Nach dem Zutagetreten der Kohlengrubenwässer bilden sich, ihrem Eisengehalt entsprechend, beträchtliche Mengen von sich ausscheidendem, das Wasser oft auf weite Strecken gelblich trübendem Eisenoxyd, und bei den Kohlenwaschwässern begegnen wir als vielfach sehr störend Kohlenstaubresten, welche abgeschieden werden müssen, neuerdings aber in der Kokerei gute Verwertung finden, so dass man, zum Vorteil unserer Wasserläufe, bestrebt ist, sie sorgsam zu gewinnen.

Auch die Abflusswässer aus Schutthalden der Steinkohlengruben enthalten gelegentlich beträchtliche Mengen von Thonerde und Eisensalzen.

Unter den Abwässern des Eisenbergbaus sind namentlich die Grubenwässer aus Schwefelkiesgruben wegen ihres Gehaltes an freier Schwefelsäure bedenklich. So fand J. König im Abflusswasser der Schwefelkiesgruben bei Meggen-Grevenbrück 466 bis 1566 mg freie Schwefelsäure im Liter neben 1678 bis 4697 mg Gesamt-Schwefelsäure und 79 bis 1256 mg Eisenoxydul im Liter.

Die Waschwässer aus Braunsteingruben schädigen besonders mechanisch durch beigemengte mikroskopische Quarzflittern (Braunsteintrübe).

Die Schlackenhalden der Eisenwerke sind wegen ihrer Gehalte an löslichen Schwefelverbindungen besonders bedenklich. So fand J. König in den Regen-Sickerwässern der Hörder Eisenwerke bei 6594 mg Gesamtrückstand und 276 mg Schwefelsäure bei stark alkalischer Reaktion 2028 mg Schwefel in Form löslicher Schwefelmetalle (Schwefelcalcium, Schwefelkalium bezw. die Hydrosulfitverbindungen) im Liter.

In den Abwässern aus Erzgruben finden wir bei Galmeiwerken Zinkvitriol in nicht unerheblichen Mengen. J. König fand in Zinkblende Bergwerksabwasser bis 322 mg Zink im Liter.

Die Kupfergewinnung auf nassem Wege schickt namentlich aus den Schutthalden der erschöpften Erze Kupfervitriol in die Gewässer (trotz des hohen Preises des Kupfers).

In dem Abwasser eines verlassenen Lothringer Bleiwerkes konnte Verf. im Schlamme des das Abflusswasser aufnehmenden Baches noch kilometerweit abwärts Blei nachweisen.

Die Betriebe der Salinen-Industrie einschliesslich der Kali-Industrie entlassen meist sehr beträchtliche Kochsalzmengen neben Chlorcalcium, Chlormagnesium, Chlorkalium und neben Gyps Magnesiumsulfat, die letzteren besonders viel Chlormagnesium. Nach K. Kraut gelangen in Stassfurt von den dort täglich verarbeiteten 20000 Doppelcentnern Abraumsalz innerhalb 24 Stunden als Abfall in die Gewässer (Flussgebiet der Elbe) Doppelcentner Chlormagnesium 4004, Magnesiumsulfat 446, Chlorkalium 164, Kochsalz 172.

Die Abwässer von solchen Bergwerksindustrien zur Gewinnung schwerer Metalle pflegen zwar meist durch Kalkbeigaben ihrer Gehalte an Schwermetallen entkleidet zu werden, dafür aber gelangen Mengen von Kalksalzen in die Gewässer. So berechnet J. König für das Wasser der Stadtberger Hütte (Kupferbergwerk) im Liter: 9817 Chlorcalcium neben 210 Magnesiumsulfat und 137 mg Natriumsulfat. Der Salzgehalt der Glinde, welche diese Abwässer aufnimmt, wird dadurch um etwa 70 % gesteigert.

Die betreffenden Fischgewässer, welche diese Abwässer aufnehmen müssen, werden dadurch vielfach recht stark versalzen. So wurden in der Saale bei Calbe 326 mg Kochsalz gefunden (im Ganzen 408 mg Chloride), während selbst die Elbe infolge Eintritts des Saalewassers bei Barby noch 105 mg Kochsalz enthielt.

Den Uebelständen, welche die Bergwerkswässer im Gefolge haben, ist namentlich wegen ihrer häufig sehr massenhaften Förderung recht schwer zu begegnen. Berechnet doch F. Fischer, dass die Abwässer der Freiberger Silbergruben dem Triebischbach täglich die respektable Menge von 560 kg Eisenvitriol neben 2280 kg Zinkvitriol zuführen, während die Kochsalzmengen, welche die Saale der Elbe zuführt, namentlich infolge des Einbruchs der Wässer des salzigen Sees in die Mansfelder Gruben täglich auf tausende von Centnern bemessen wurden. K. Kraut*) fand nach eigenen Ermittelungen die Menge der durch den Schlüsselstollen der Saale zugeführten Salze für den

*) Aus den Akten der Gewerkschaft Mansfeld mit Genehmigung des Verfassers.

14. Aug. 1884 zu 31 906 Zentner		27. Sept. 1892 zu 235 089 Zentner
25. Juni 1886 „ 41 459 „		7. Febr. 1893 „ 249 760 „
3. Nov. 1889 „ 96 528 „		31. Mai 1893 „ 263 105 „

während die Maximalmenge sogar einmal auf 264 346,6 Zentner innerhalb 24 Stunden stieg, d. h. 26 voll beladene Eisenbahnzüge von je 50 Wagen und 100 Axen von 200 Zentnern Tragkraft könnten die trockene Salzmasse dieses einen Tages kaum befördern, 2 fast voll beladene Loren müssten zurückbleiben!

Die nachstehenden Analysen von K. Kraut bringen nähere Daten.*)

Wasser aus dem Schlüsselstollen gr im Liter	1884 14. VIII.	1889 3. XI.	1892 27. IX.	1893 31. V.
Chlornatrium	28,61	88,05	97,69	94,46
Chlorkalium	0,32	4,50	2,73	1,06
Chlormagnesium	0,93	0,85	0,24	0,89
Calciumsulfat	3,36	3,66	5,73	5,73
Magnesiumsulfat	—	0,66	0,97	0,39
Strontiumsulfat	0,05	—	0,06	0,07
Calciumcarbonat	0,12	0,03	—	—
Magnesiumcarbonat	0,08	0,27	0,69	0,06
Zusammen	33,44	97,99	108,10	102,66

Die chemische Industrie. Wir haben darunter die chemische Grossindustrie zu verstehen, die Arbeitsstätten zur Herstellung von Mineralsäuren, Glaubersalz, Soda, Chlorkalk etc., auch Superphosphatfabriken reihen wir an.

In den Schwefelsäurefabriken kommen für uns die auf Halden gestürzten Kiesabbrände in Betracht, denen wir hier die Aschenreste der mit Dampfmaschinen arbeitenden Industrie überhaupt anreihen können. Beim Lagern an der Luft und der gleichzeitigen Anwesenheit von Wasser werden die Verbindungen von Schwefel und Eisen oxydiert und lösliche Eisensalze gebildet, welche mit den Meteorwässern zum Ablauf gelangen können. Waren die Kiese kupferhaltig oder enthielten sie Zinkblende, so dürfen wir lösliche Kupfer- und Zinksalze erwarten und gewöhnlich, wegen der Anwesenheit von Arsen, Arsenverbindungen. Da die Rohkiese bis 2 Proz. Arsen enthalten, so ist die Mehrzahl der rohen Schwefelsäuren des Handels, soweit sie mit Hülfe von Schwefelkiesen hergestellt wurden, arsenhaltig und Anteile derselben gehen in die mit solcher Schwefelsäure hergestellten weiteren Produkte über; wir finden alsdann Arsen in der Salzsäure, dem Glaubersalz und in der Rohsoda; ja aus der letzteren darin übergegangen hat man die arsenige Säure selbst in Seifen gefunden.

Bei der Salzsäuregewinnung wären die abfallenden Manganlaugen zu beachten, welche die deutschen sorgsamen Betriebe indes ausnahmslos wieder zu verwerten pflegen. In England gehen sie zu sehr erheblichen

*) Aus den Akten der Mansfelder Gewerkschaft.

Anteilen in die Flüsse. Sie enthalten bis 25 Proz. lösliche Chloride (22 Proz. Manganchlorid und 5 bis 6 Proz. Eisenchlorid) mit freier Salzsäure und freiem Chlor.

Die Sodaindustrie war früher unter der Herrschaft des Leblanc-Verfahrens recht bedenklich wegen der abfliessenden löslichen Schwefelmetalle, welche den Halden entführt wurden, und dem daraus durch Umsetzungen sich bildenden Schwefelwasserstoff. In solchen Abfällen fand Richters 376 gr Schwefelcalcium, 27 gr unterschwefligsaures, neben 7 gr schwefligsaurem Calcium, 19 gr Schwefeleisen und 65 gr Aetzkalk im kg: das wären reiche Quellen höchst verderblicher Verbindungen. In Deutschland werden in den Potaschefabriken, die noch nach Leblanc arbeiten, die Rückstände sorgfältig aufgearbeitet zum Vorteil der Fabriken und zum Heil unserer Wasserläufe.

Der Solvay-Sodaprozess (Ammoniakverfahren), welcher das Leblanc-Verfahren verdrängte, pflegt sehr sorgsam zu arbeiten. Grosse Massen Chlorcalcium entströmen indes den Betrieben, namentlich aber haben wir hier auf den freien Aetzkalk zu achten und dessen Abfluss zu verhindern. Bei Unfällen in den Fabriken kann auch Aetzammoniak in die Flüsse gelangen. In den Abwässern solcher Fabriken fand J. König im Liter 71 gr Chlornatrium, 38 gr Chlorcalcium und 4 gr Aetzkalk.

Superphosphatfabriken können wir hier auch anreihen, sofern sie hochprozentige Fabrikate aus niedergeschlagenen Phosphaten darstellten. Sie werfen dann wesentlich Chlorcalcium aus und zwar in gelegentlich recht beträchtlichen Mengen, unter Umständen neben freien Mineralsäuren.

Metallwarenfabriken schädigen durch die Säuren der Beizen, welche verwendet werden, um die rohen Guss- oder Werkstücke zu putzen, bezw. der Oxydreste zu entkleiden. Naturgemäss führen die Abwässer auch Anteile giftiger Metallsalze — Kupfer, Zink, Eisen (Eisenoxydul), Arsen, Chrom, Nickel etc. —, die saueren Flüssigkeiten pflegen vielfach durch Kalk im Uebermaass neutralisiert zu werden, wodurch die Metalle zwar niedergeschlagen, aber freier Aetzkalk in die Gewässer gelangt.

Farbwerke. Hier kann die ganze Blumenlese schädlicher Substanzen auftreten, je nach dem Umfange und der Vielseitigkeit der Betriebe. Als Bestandteile von Mineralfarben treffen wir auf Eisen-, Mangan-, Kupfer-, Zink-, Blei-, Chrom-, Cobalt-, Nickel-, Zinn-, Arsen-, Quecksilber-, ja selbst auf Goldsalze. Sie alle können wir in den Abwässern wiederfinden neben den verschiedensten freien Säuren, Alkalien, giftigen Gasen etc.

Auch die Theerfarbenfabriken bezw. die Werke zur Herstellung der Rohfabrikate für diese führen mancherlei schädliche Stoffe ab, freie Säuren, neuerdings auch die sehr giftige schweflige Säure sowie Destillationsreste der Theerverarbeitung, Phenole, Naphtole und ihre Verwandten, Nitroverbindungen der Rohfabrikate und die entsprechenden Sulfosäuren. Auch die Asphaltfabriken können wir anreihen, in deren Abwässern J. König im Liter neben 23 gr Ammoniak 15 gr Kressole bezw. Phenole fand.

Gasanstalten. Bei der Leuchtgasbereitung kommt das sogenannte Gaswasser und die Sperrwässer in Betracht. In beiden finden wir Ammoniumkarbonat, Schwefelammonium und Ammoniumhyposulfit neben Chlorammonium und dem namentlich auch für Pflanzen sehr giftigen Rhodanammonium, Ferrocyanammonium und wohl gelegentlich Cyanverbindungen nebst Theerresten, Carbolsäure etc. Bei dem hohen Preise des Ammoniaks wird heute die überwiegende Menge der Ammoniakverbindungen sorgsam verwertet. Immerhin bieten diese Wasser bei Betriebsstörungen eine ständige Gefahr. Es muss ferner hier noch besonders hervorgehoben werden, dass die Destillations-Rückstände — nach der Ammoniakgewinnung — wegen der giftigen Theerderivate, Cyan- und Schwefelverbindungen sowie der schwefligsauren und unterschwefligsauren Salze besondere Aufmerksamkeit verdienen, meistens aber nicht finden!

J. König ermittelte in 1 Liter solcher Destillationsrückstände u. A. gr:

Abdampfrückstand . . .	20,4	Unterschwefligs. Calcium .	1,0
Rhodancalcium	2,3	Phenole*)	0,6
Schwefelcalcium	2,6	Kalk	6,4

Die rohen Gaswässer enthalten vor der Destillation bis gegen 30 gr Ammoniak zu etwa 60—70 % an Kohlensäure gebunden und bis zu 242 gr Gesamtstickstoff.

Aus dem Gaskalk (zur Reinigung) und den sonstigen Reinigungsmassen, auch aus Fettgas-, Holzgas-, Theergas- und Rohpetroleumgas-Fabriken können Schwefelmetalle, lösliche Eisensalze und anderes mehr neben den schädlichen Ammoniakverbindungen abfliessen, Rhodanverbindungen, Phenole etc., die bei undichtem Gasometer den Boden und damit das Grundwasser bezw. dessen Abflüsse infizieren.

Holzverarbeitungs-, Holzstoff- und Papierfabriken. Die Gewerbe der Holzzerkleinerung, Holzhöfe, Zimmerplätze, Sägemühlen liefern nicht eigentlich Abwässer, sondern grobe Auswurfstoffe, welche, in das Wasser gelangt, dieses in seinen normalen Bedingungen stören durch Oxydationen der ausgelaugten Holzbestandteile (Gerbstoffe) und durch Fäulnisprozesse, welche sich auf den in das Wasser gelangten Resten abspielen, wobei der Sauerstoff des Wassers absorbiert wird. Das feinverteilte Sägemehl kann sich dabei besonders unangenehm bemerklich machen, wie namentlich aus Skandinavien berichtet wird, wo man den die Sägewerke treibenden Strömen die Abfuhr der lästigen Reste hauptsächlich zu überlassen pflegt. Die Schönheit der Trollhättanfälle leidet, wie Verfasser selbst gesehen, hierunter gelegentlich beträchtlich und der weitere Schaden kann nicht ausbleiben.

Die neuere Zeit hat unter den Faserstoffen dem Holz eine ganz bevorzugte Stelle eingeräumt. Wir schleifen das Holz und verwenden diesen Holzschliff direkt zur Herstellung gröberer Papiere und Pappen, wir verwenden

---

*) Durch Aether ausziehbar; weitere Phenole hatten Kalkverbindungen gebildet; das Wasser war natürlich stark alkalisch.

diesen Holzschliff und stellen durch Kochen in Laugen Holzfaser dar — oder endlich, wir verarbeiten mässig starkes, astfreies Stammholz unserer Nadelhölzer, sorgfältig der Rinde und der eingewachsenen Knorren beraubt, in handbreite Stücke geschnitten, durch Kochen in starken unter dem Druck mehrerer Atmosphären stehenden Kesseln in Lösungen von saurem schwefligsaurem Kalk in eine eigenartige schwammige Masse, welche, unter einem Pochwerk zerkleinert, gewaschen den Holzstoff liefert, welcher jetzt ganz allgemein unser Zeitungs- und Druckpapier, ja sogar bessere Schreibpapiere liefert.

Die drei Verfahren liefern verschiedenartige Abwässer. Den rohen Holzschliff können wir dem Sägemehl an die Seite stellen. Die mit Aetzlaugen arbeitenden Fabriken werfen neben Faserresten Anteile dieser Laugen mit den Waschwässern in die Gewässer, behaftet mit leicht oxydierbaren Auslaugungsprodukten des Holzes, unter denen auch stickstoffhaltige, fäulnisfähige Substanzen vorkommen. Nähere Angaben über die Zusammensetzung der Laugen von Natron-Holzcellulose vermochte Verf. nicht aufzutreiben.

Die Sulfitcellulose-Fabriken (Mitscherlich-Verfahren) bringen wiederum nebst feinsten Faserresten Kocherlaugenreste und Waschwässer in die Flüsse, welche zu den fischereilich schlimmsten Abwässern zu zählen sind wegen ihres Gehalts an freier schwefliger Säure.

Die Kocherlaugen des Sulfitverfahrens enthielten nach

		H. Wichelhaus:	A. Frank:
Organische Stoffe bis . .		81272 mg	60000 mg
Schweflige Säure	frei	2940 „	14740 „
	gebunden	5842 „	
Schwefelsäure		4434 „	1200 „
Kalk		8432 „	7400 „

In Abwässern aus Holzpapierfabriken fand J. König bei 688 mg gelösten Substanzen 257 mg organische Stoffe neben 192 mg suspendierten organischen Substanzen.

Neben dem Holz kommt als Faserstoff Stroh und Espartogras zur Verwendung; letzteres namentlich in England. Stroh pflegt nach dem Zerreissen bezw. Vermahlen in Kochern mit Hülfe von Laugen zu Strohstoff verarbeitet zu werden. In den Abwässern wurden bis 8378 mg Rückstand gefunden, wovon etwa die Hälfte aus organischen Substanzen besteht, und darin gefunden 90 mg Stickstoff; Espartogras, welches in ähnlicher Weise verarbeitet wird, enthielt bis 40000 mg Gesamtrückstand und darunter 9000 mg organische Substanzen mit 780 mg Stickstoff im Liter.

Die Papier- und Pappenfabriken, welche die vorstehend erwähnten Halbfabrikate weiter verarbeiten, gebrauchen dabei als Zusatz neben anderen Faserstoffen Thonerdesalze zum Beschweren und Leim etc. zum Glatt- und Glänzendmachen der vorher gebleichten Papiere. Zum Bleichen wird Chlorkalk verwendet; seine unaufgebrauchten Reste gelangen vielfach in das Wasser. In diesem fand C. Karmrodt im Liter

Freie Salzsäure . .	51—58 gr	Eisenchlorid . . .	38— 46 gr
Chlor	bis 21 „	Manganchlorid . .	77—142 „

Bei der Herstellung gefärbter Papiere können schädliche Mineralfarben in Betracht kommen, deren Reste den Gewässern anvertraut zu werden pflegen. Sehr schlimm sind Pappenfabriken, namentlich solche, welche, wie die Dachpappen-Fabriken, ordinärste Lumpen verarbeiten. Beim Zerreissen derselben (Verf. sah in einer solchen Fabrik ganze, wenn auch natürlich „verbrauchte" Kleidungs- und Wäschestücke jeder Herkunft in allerschmutzigstem Zustande) fällt ein sehr feiner Staub ab, der natürlich mit Vorliebe den Gewässern anvertraut wird, wie auch aus den Waschapparaten des Breis von zerrissenen Fasern dunkle, ekelhafte, schäumende Gewässer abfliessen. Hier sind auch hygienische Nachteile durch Uebertragung von Krankheitskeimen zu besorgen. Die fertigen Pappen enthielten 2,73 % Stickstoff (aus der Wolle), die Abwässer*) im Liter:

Gesamttrockensubstanz	537	mg
Asche	309	„
Glühverlust	228	„
darin Gesamtstickstoff	94	„
mit Ammoniak	0,3	„

Das Wasser enthielt 214 mg Sinkstoffe, darunter 138 mg organischer Natur.

In den Abwässern aus Strohpappenfabriken fand J. König im Liter, neben 2454 mg organischen Schwemmstoffen, 12654 mg löslichen Gesamtrückstand und darin 5848 mg organische Substanzen mit 138 mg Stickstoff. Der Kalkgehalt betrug 2181 mg.

Wie sehr die Gewässer, welche die Abläufe aus Papierfabriken aufzunehmen haben, darunter leiden, bezw. in welchem Maasse dadurch die Zusammensetzung ihres Wassers verändert wird, lehren die nachstehenden Analysen:

mg im Liter	Schwebestoffe		Gelöste Stoffe				
	Organisch	Unorganisch	Organisch	Unorganisch	Kalk	Schwefelsäure	Stickstoff
Forellenbach bei Hillegossen:**)							
Oberhalb der Papierfabrik	0	0	35	342	147	96	—
Unterhalb der Papierfabrik	70	95	178	375	152	119	—
Aa bei Münster:***)							
Oberhalb der Strohpapierfabrik	6	16	102	377	137	77	5
Unterhalb der Strohpapierfabrik	72	70	237	434	201	129	11

Hier wären noch anzufügen Fabriken, welche Schiessbaumwolle oder Celluloidpapier bezw. allgemein Nitrocellulose herstellen, auch die Arbeitsstätten für die Herstellung von prismatischem Pulver†) Dynamit und Nitroglycerin. Verf. sah nur eine Celluloid-Fabrik und diese liess recht konzentrierte Salpeter-Schwefelsäure direkt in das öffentliche

*) Aus einem Gutachten des Verfassers.

**) Nach J. König, Fabrik verarbeitet Lumpen und Holzcellulose.

***) Nach E. Haselhoff.

†) Das Abwasser von Fabriken, welche rauchloses Pulver herstellen, enthält die giftige Pikrinsäure.

Gewässer. Die anderen Nitrierungsanstalten werden es nicht besser machen.

Bei der Herstellung von Pergamentpapier dürfte Schwefelsäure in den Waschwässern abfliessen.

Textilindustrien. Ehe wir uns zu den Abwässern der Industrien selbst wenden, haben wir vorerst noch der Gefahren zu gedenken, welche die bei uns heimischen Rohstoffe Flachs und Hanf sowie die Wollen bei ihrer Reinigung für den Handel den Gewässern bringen.

Flachsrotten. Flachs wird bekanntlich in Bündeln zur Freilegung seiner Faser unter Wasser der freiwilligen Fäulnis überlassen. Unter Umständen befördert man dieselbe auch wohl noch durch Beigabe fäulnisfähiger Substanzen — aufgeschwemmte Bierhefe, Blut, abgerahmte Milch —. Es werden dabei aus der Pflanze verschiedenartige organische Verbindungen, Kohlehydrate, organische Stickstoffverbindungen etc. ausgelaugt, welche lebhafter biologischer Zersetzung unterliegen Die Fäulnisprodukte erweisen sich als sehr energische Sauerstoffzehrer, worauf E. Reichardt zuerst hinwies; stinkende organische Säuren (Buttersäure und ihre Verwandten) entstehen neben allerlei Stickstoffverbindungen.

Die Abwässer der Flachs- und Hanfrotten schädigen, wie allgemein bekannt sein dürfte, die Fischbestände unserer Gewässer sehr empfindlich.

Fausto Sestini fand im Liter Flachsrottewasser 6140 mg gelöste Stoffe, darin 663 mg Stickstoff und 44 mg Buttersäure.

Weiter haben wir zu gedenken der Pelzwäsche der Schafe, wenn dieselbe sich mit ihren ungünstigen Einflüssen auch nur auf wenige Tage im Jahre beschränkt. Eine englische Kommission fand in solchem Wäschewasser im Liter eine Zunahme an Gesamttrockensubstanz von 2667 und neben 519 mg organischen Schwebestoffen 1810 gelöste Stoffe mit 258 mg organischem Kohlenstoff mit 55 mg Gesamtstickstoff.

Die Abwässer der Leinen- und Baumwollenindustrie sind in ihren Abgängen wenig bedenklich, von dem Bleichen der Stoffe und den dadurch bedingten Gefahren abgesehen.

J. König giebt als Mittel aus 5 Baumwollenfabriken für die Abwässer neben 190 mg organischer Sinkstoffe für die löslichen Schmutzstoffe 502 mg und darin nur 42 organischer Natur, darunter 4 mg Stickstoffverbindungen im Liter als vorhanden an.

In Seidenfabriken haben wir kaum die Häfte der oben erwähnten Gehalte zu erwarten

Tuchfabriken sind sehr viel schlimmer; die ungewaschenen Rohwollen enthalten nur 20—50 % Wollfaser, im Mittel etwa 10 % Wasser, der Rest sind Schmutz, Fette nnd Wollschweiss. Neben diesen Bestandteilen enthalten die Wollwaschwässer die Reinigungsmittel bezw. die Hülfsmittel zur Herstellung der Garne und Tuche und darunter begegnen wir recht seltsamen. Soda und Seife, Urin, Oele, Blut und Schweinekot, Walkerde, Alaun. Weinstein, Farbwaren etc. Es kann deshalb nicht befremden, dass aus den Tuchfabriken recht wenig säuberliche Abgänge abfliessen. Englisches Wollwaschwasser I enthielt im Liter, während aus 15 engl. Wollenfabriken II im Mittel abflossen und aus einer Wollgarnspinnerei III nach J. König

	I	II	III	
organische suspendierte Stoffe . .	26116	3724	640	mg
mineralische suspendierte Stoffe . .	8710	1024	190	„
insgesamt gelöste Stoffe	10994	3370	1966	„
darunter organische Stoffe . . .	1325	648	776	„
bezw. stickstoffhaltige	548	200	45	„

Das letztere verhältnismässig reine Abwasser (verglichen mit I und II) bezeichnet König als blauschwarz wie Tinte. Nach mehrtägigem Aufbewahren in verschlossener Flasche hatte es einen stark fauligen Geruch. Verfasser sah in einer deutschen Tuchmachergegend das Wasser des die Abwässer erhaltenden Flüsschens ebenfalls blauschwarz, schaumbedeckt in stinkender, fauliger Gährung.

Ausser den Fäulnisstoffen und den Resten der Rohprodukte haben wir es also in diesen Wässern mit Seife und ätzenden Alkalien zu thun.

Aehnliche Abwässer können wir erwarten, den verwandten Betrieben entströmen zu sehen, den Walkmühlen, Filzfabriken, Hutfabriken, Federreinigungsanstalten. Fäulniserreger, Sauerstoffzehrer, Stickstoffverbindungen und Seifen neben etwaigen Farbstoffen.

So fand J. König in dem Abwasser einer Walkmühle neben 2700 mg unorganischen Stoffen 4615 mg organische und darin 44 mg Stickstoff, in jenem einer Wollgarnspinnerei entsprechend 1190 beziehungsweise 776 und 45 mg —. H. Benedikt ermittelte bei Federreinigungsanstalten 156 mg unorganische Stoffe, 25 mg organische und 172 mg Stickstoff*) im Mittel aus 3 Fabriken.

Färbereien, Bleichereien. Für die Färbereien gilt im allgemeinen das bei Farbwerken Gesagte in Bezug auf die Anwesenheit metallischer Gifte in den Abwässern.

Im Besonderen haben wir bei der Indigoküpenfärberei nach H. Fleck auf die Anwesenheit von Zinksalzen zu achten, bei Druckereien auf Arsen.

Rot- und Blauholzfärbereien entsandten nach J. König im Liter 820—4476 mg Gesamtrückstand mit bis 1346 mg organischen Substanzen und darin 15—21 mg Stickstoffkörper in die Gewässer.

Demselben Autor entnehmen wir, dass eine andere Färberei, welche Blauholz, Indigo und Anilinfarbstoffe verwendete, ein Abwasser produzierte mit 1188 mg Schwebestoffen — darunter 970 mg organische mit 16 mg Stickstoff — und 1738 gelösten Substanzen, worunter 408 mg organische mit 26 mg Stickstoff; das Wasser war tiefblau und schwach sauer.

Eine Türkischrot-Färberei (J. König) entliess in ihrem Abwasser 228 mg Schwebestoffe.

Die Abwässer dreier Seidenfärbereien enthielten (J. König) 177—1636 mg Sinkstoffe — darin 61—1551 mg organische — neben 432—1227 mg gelöster Stoffe und darin 255—811 mg organischer Substanzen im Liter.

*) Durch Addition der Einzelresultate für organischen Stickstoff, Ammoniak und Salpetersäure erhalten.

Die Abwassermengen einer Baumwollenfärberei beziffert F. Fischer auf 15000 cbm pro Tag, während W. Spindler in Spindlersfeld bei Berlin täglich nach demselben Autor über 10000 cbm entlässt.

Es erscheint deshalb begreiflich, dass zumal kleinere Gewässer durch die Abgänge von Färbereien sehr stark verunreinigt werden.

So fand H. Fleck oberhalb (I) und unterhalb (II) eines Dorfes an der Mulde, in welchem sich mehrere Färbereien befanden, im Liter Wasser gelöst mg:

Muldewasser	I	II
Schwefelsaures Calcium . . .	288	256
Kohlensaures Calcium	26	53
Kohlensaures Magnesium . . .	78	79
Kohlensaures Natrium	68	80
Kochsalz	118	162
Schwefelammonium	94	91
Organische Substanzen . . .	196	360
in Summa	868	1081
und ferner		
Supendierte Stoffe	1270	18200

Die Schwemmstoffe des Muldewassers aber enthielten %

	I	II
Steinkohlenstaub und Faserstoffe	67,13	34,50
Sand und Phosphat	23,25	47,64
Schwefelkupfer	0,70	1,37
Schwefelzink	0,02	0,51
Schwefeleisen	8,41	15,95

Nicht nur das Wasser wird indes infolge Eintritts solcher Schmutzstoffe verunreinigt, sondern nachdem die chemische Selbstreinigung ihre Schuldigkeit gethan und das Wasser keine gelösten Metallsalze oder Farbstoffe mehr enthält, finden sich im Schlamm der Böschungen die giftigen Bestandteile abgelagert, wie H. Fleck in solchem Schlamm eines an Färbereien reichen Dorfes an der Pleisse fand, und zwar als Schwefelverbindungen:

Kupfer	0,195 %
Blei	0,018 „
Arsenik	0,025 „
Eisen	7,730 „

Bei den Färbereien haben wir aber weiter zu berücksichtigen, dass wegen des gefärbten Zustandes der Abwässer meist mehr oder weniger gelungene Reinigungen vorgenommen werden, welche zwar die Gesamtheit der Verunreinigungen vermindern, andererseits aber die oft gefährlicheren Hilfsmittel der chemischen Reinigung in die Gewässer senden, darunter namentlich Aetzkalk, Eisen- und Thonerdesalze.

So fand J. König das Abwasser der oben erwähnten Färberei, welches vorher sauer war und tiefblau erschien, jetzt bräunlich und

alkalisch. Die Schwebestoffe waren zwar auf 92 mg vermindert, dafür aber die Summe der gelösten Stoffe auf 3358 mg erhöht mit darunter sogar 624 mg organischen Substanzen gegen 408 mg der letzteren vor der Reinigung. Auch die Menge der organischen, leicht oxydierbaren Substanzen erschien um mehr als das Doppelte vergrössert.

Bei Bleichereien bestehen die Abwässer wesentlich aus alkalischen und seifenhaltigen Flüssigkeiten mit Chlorcalcium, schwefelsaurem Kalk und grösseren oder geringeren Mengen von Chlorkalk bezw. freiem Chlor.

J. König fand im Liter eines Bleicherei-Abwassers

Schwemmstoffe	3036	mg
darin Eisenoxyd und Thonerde	118	„
Kalk	1489	„
lösliche Stoffe	4615	„
darin Kalk	2510	„
Chlor (gebunden)	1553	„

Besonders gefährlich sind die Kleinbleichereien, wie solche namentlich im Elsass die Bäche stark entvölkern durch Hineingelangenlassen der nur mangelhaft ausgelaugten Chlorkalkreste. Die Fecht im Münsterthal ist wesentlich dank dieser Sorglosigkeit, wie Verfasser konstatieren konnte, ihres reichen Forellenbestandes s. Z. vollständig beraubt worden.

Gerbereien und **Leimfabriken.** Unter den Abwässern der Gerberei hat man die Einweichwässer und die abgängigen Gerbflüssigkeiten zu verstehen. In den ersteren haben wir neben Fleisch- und Hautresten Kochsalz zu erwarten, beziehungsweise als Zersetzungsprodukte der tierischen Faser Stickstoffverbindungen. In solchen Salzlaugen wurden bis 400 mg Ammoniak gefunden.

Die Enthaarung der Felle wird entweder durch beginnende Fäulnis durch Aetzkalkbäder (Aescher) bezw. mit Hülfe von Gaskalk (Schwefelnatrium und Schwefelcalcium) oder durch Beigabe von Schwefelarsen (Auripigment) bewirkt. Wir haben also in den Abgängen diese schädlichen Verbindungen neben Aetzkalk (Schwefelmetalle) zu erwarten, wobei besonders die löslichen wegen ihrer Geneigtheit, Schwefelwasserstoff abzuspalten, zu fürchten wären.

Bei der Gerbung grober Häute werden bekanntlich Lohe oder Lohebrühen (Extrakte) verwendet. Die erschöpften Flüssigkeiten enthalten natürlich grosse Mengen fäulnisfähiger organischer Substanzen einschliesslich von Gerbstoffresten, also Sauerstoffzehrer.

So giebt J. König an, dass enthalte erschöpfte Kalkflüssigkeit (I) und erschöpfte Gerbflüssigkeit (II) nach amerikanischen Quellen und Gerbereiabwasser (III) nach eigener Untersuchung mg im Liter

	I	II	III
Gesamtgehalt	3186	8459	3496
Organische Verbindungen	2059	31822	1549
Stickstoff-Verbindungen	747	452	108*)

*) Die Zahl bedeutet Stickstoff. Das betreffende Abwasser hatte 91 mg organische Schwebestoffe mit 15 mg Stickstoff, war schwefelnatriumhaltig und zeigte 1,0 mg freien Schwefelwasserstoff.

K. B. Lehmann danken wir die nachstehenden Daten:

mg im Liter	Weichwasser von frischen Häuten	Lohebrühe	Erschöpfte Lohebrühe	Kalkäscher	Dampfgerberei Kalkäscher
Abdampfrückstand . .	4360	4870	3746	14390	14105
Glühverlust	2202	4195	2754	9510	10470
Kalk	—	163	—	2860	1680

Sämtliche Abwässer waren sehr reich an Bakterien und Sprosspilzen. No. 1 zeigte neutrale Reaktion und stark fauligen Geruch. No. 2 war sauer, No. 3 stark sauer, beide mit Geruch nach Lohe. No. 4 stark alkalisch, No. 5 enthielt 520 mg Arsen. Die beiden letzten rochen nach Ammoniak.

Werden die Leder noch gefärbt, so gesellen sich natürlich den Abwässern auch die Reste dieser farbigen Beizen zu. Doch dürfte dies trotz der Färbungen eher einen Vorteil darstellen, da die saueren Metallsalze die löslichen Albuminate der Häute und Felle ausscheiden und diese dadurch den Flussläufen leichter entzogen werden können.

Bei der Sämischgerberei geben die überschüssig verwendeten Fette (Dégras), welche man mit lauwarmer Potaschenlösung aus den Abfällen zu entfernen pflegt, behufs Wiedergewinnung der Fette (Thran) ein Abwasser, welches nach H. Spindler*) bis 322 mg organische, leicht faulende Substanzen enthält.

Bei der Leimbereitung aus Hautabfällen werden diese mit Aetzkalk behandelt, den wir also in den Abwässern erwarten dürfen neben gelösten fäulnisfähigen, stickstoffhaltigen Substanzen, sowie buttersauren Kalk nebst den anderen übelriechenden Verwandten der Essigsäure. Die Knochenleimfabriken stellen ihr Rohmaterial durch Auflösen des festen Knochengerüstes in Salzsäure dar, vorher aber werden die Knochen durch Kochen entfettet, wobei die „Knochenbrühe“ entsteht, nicht selten sauer infolge Zusatz von Salzsäure Die gelösten Phosphate werden mit Kalk oder auch mit Schwefelsäure versetzt. In dem einen Fall geht Chlorcalcium in alkalischer, im anderen in saurer Flüssigkeit in die Gewässer neben Aetzkalk bezw. Gyps und oft recht viel Stickstoffverbindungen. So fand z. B. J. König in dem Abwasser einer Leim- und Knochmehlfabrik 1521—2708 mg Stickstoff im Liter und zwar wesentlich als Ammoniakstickstoff. Es erscheint begreiflich, dass solche Abwässer nicht zum Mindesten wegen ihrer Gehalte an fäulnisfähiger Substanz recht unangenehm werden können. Selbst gereinigt — nach Nahnsen-Müller — sehen sie noch recht wenig anheimelnd aus, wie die nachstehenden Untersuchungen J. Königs ergeben:

mg im Liter	Ungereinigt	Gereinigt	mg im Liter	Ungereinigt	Gereinigt
Schwebestoffe	379	0	Gelöste Stoffe . . .	6720	6013
darin Glühverlust . .	306	0	Glühverlust	4417	2037
mit Stickstoff	22	0	mit Gesamtstickstoff .	73	58

*) Die Unschädlichmachung der Abwässer in Württemberg, 1896.

Industrien der Fette und Oele. Aus tierischen — pflanzlichen — Rohmaterialien gewinnen wir Fette und Oele durch Auspressen derselben zwischen heissen Platten oder durch einfaches Auskochen bezw. Ausdämpfen. Die Rohfette werden gewöhnlich mit Hilfe von konzentrierter Schwefelsäure gereinigt und das übelriechende, schwarze, stark sauere Waschwasser dann dem Gewässer anvertraut Ferner haben wir neben Resten der Oele mehr oder weniger in Fäulnis übergegangene organische Stoffe zu erwarten, faulige leimähnliche Substanzen etc.

Die Lichte-Industrie namentlich in ihren Kleinbetrieben schliesst hier unmittelbar an mit je nach ihrem Umfange ähnlichen Missständen.

Seifenfabriken werfen neben Fettresten Laugen und Kochsalzlösungen in die Gewässer, sowie Glycerin und fäulnisfähige Massen. Die frühere Seifen-Kleinindustrie schwindet mehr und mehr und damit ihre Verunreinigungen, welche die Grossindustrie im eigensten Interesse durch Verwertung der Abfälle vermeidet.

Auch des Petroleumhandels hätten wir hier zu gedenken. Beim Fluss- und Kanaltransport der Petroleumtankschiffe sowie beim Entladen und Reinigen derselben wird über Verunreinigungen mit Petroleum geklagt.

Die landwirtschaftlichen Gewerbe. Zuckerfabriken. Bei der starken Zunahme unserer Zuckerfabriken und ihrem erheblichen Wasserverbrauch, dem natürlich auch ein entsprechender Ablauf von Abwässern annähernd das Gleichgewicht hält, und bei den hohen Gehalten dieser Abwässer an fäulnisfähigen Substanzen ist das an sich volkswirtschaftlich so segensreiche Gewerbe zu einer direkten Kalamität für gewisse Gegenden des Reiches geworden.

Vor einem Menschenalter verarbeiteten grosse Zuckerfabriken pro Tag 4—5000 Centner Rüben, heute dagegen haben wir solche mit über 40000 Centner täglicher Verarbeitung, wobei man pro Centner verarbeiteter Rüben mit einem Wasserverbrauch bis zu einem cbm zu rechnen pflegt, d. h. wenn die Fabrik im Wassererfordernis nicht gehemmt ist. Viele Fabriken müssen sich mit der Hälfte und mit noch weniger Wasser begnügen und die bereits gebrauchten Wässer wieder in den Kreislauf bringen, wodurch die endlich abfallenden Wässer natürlich stark verunreinigt ablaufen.

Wir werden aus diesen Erwägungen heraus von vornherein recht wechselvoll konzentrierte Abwässer erwarten dürfen.

Hat die Fabrik Wasser genug und kann sie sich mit der Zurücknahme in den Kreislauf wesentlich auf die reinen Wässer beschränken, dann würden wir mit spezifischer Zusammensetzung unterscheiden dürfen

1. die Wässer der Schwemme und Rübenwäsche,
2. die Kondenswässer (Fallwässer),
3. die Diffusionswässer (Abdrück- und Spülwässer sowie Schnitzelpresswässer).
4. die Osmosewässer beziehungsweise die Ausscheidewässer.

Davon nimmt die Schwemme und Rübenwäsche etwa 20 % in Anspruch. 60 % werden als Kondenswässer ausgeschieden, 10—20 % als eigentliche verunreinigte Abwässer produziert.

Wenn die Fabrik in der Lage ist, für die Schwemme, d. h. für den Transport der Rüben von ihrem Lager- oder Anfuhrraum im Fabrikhofe nach der Wäsche, welche in Rinnen durch rasch fliessendes Wasser bewirkt wird, und für die Wäsche selbst reines Betriebswasser zu verwenden, so wären diese Wässer, vorausgesetzt, dass ihnen Gelegenheit geboten wird, die Erd- und Sandmassen, welche den Rüben anhaften und gelegentlich bis 40% vom Rübengewicht ausmachen, in weiten Schlammbecken abzulagern, kaum als verunreinigt aufzufassen. Die kurze Zeit dauernde Umspülung der Schnittflächen an den Stellen, wo die Rübenköpfe und die nicht verarbeitungswerten Wurzeln (Schwänze) abgeschnitten wurden, lässt eine Auslaugung nennenswerter Saftmengen nicht zu. Ebensowenig können die Kondenswässer, welche nur geringe Spuren mitgerissener Säfte, sowie flüchtige Bestandteile der Säfte in unbedeutenden Mengen enthalten, als Faktoren der Wasserverunreinigung in Betracht kommen, wenn die Fabriken dieselben direkt weglaufen lassen. Bei manchen Fabriken geschieht das indes aus Mangel an Wasser nicht. Die Wässer der Schwemmen fliessen bei solchen nothgedrungen nach dem Absetzen der gröbsten Schlammmassen wieder in den Betrieb zurück und auch die Kondenswässer werden als Betriebswässer von neuem verwendet, so dass beide Wässer in diesen Fällen nicht direkt als Verdünnungswässer der recht schlimmen eigentlichen Abwässer aufgefasst werden dürfen.

Die Abwässer der Schnitzelpressen und die Osmosewässer bezw. die Ausscheidewässer (letztere beiden von der Verarbeitung der Melassen herrührend) pflegen gewöhnlich gemischt abzulaufen. Erstere enthalten Zuckerreste und organische Sinkstoffe in oft beträchtlichen Mengen, die Osmosewässer neben etwas Zucker besonders erhebliche Mengen von Kali, Natron, Kalk und Magnesiasalzen aus den Rübensäften.

Die Ausscheidewässer sind die allerschlimmsten. Bei dem jetzt ziemlich allgemein üblichen Verfahren, die schlechtesten, d. h. rohrzuckerärmsten Melassen in verdünnter Lösung mit trockenem feingepulverten Kalk ihrer Rohrzuckergehalte zu entkleiden, geht der gesamte Nichtrohrzucker-Rest in die Abwässer, d. h. nicht unbeträchtliche Mengen gährungsfähiger anderer Zuckerarten, organische Basen, Ammoniak und Amide etc. nebst den Salzen; neuerdings pflegen glücklicherweise diese Wasser durch Eindampfen für uns unschädlich gemacht zu werden.

Die Osmose- und Ausscheidewässer sind zwar sinkstofffrei, doch treten in ihnen bald Gährungen und faulige Zersetzungen auf, welche besonders wegen des Zuckergehalts dieser Wässer recht dauerhafte Verunreinigungen der betreffenden damit begabten Gewässer bewirken.

Ausser diesen Abwässern kommen bei den Zuckerfabriken aber noch andere Auswurfstoffe in Betracht: Wurzelenden, Rübenschwänze und Schnitzel, die natürlich nicht in die Gewässer gehören, aber doch sorgloser Weise von sehr vielen Fabriken zu beträchtlichen, nach Centnern zu bemessenden Anteilen in den Abwässern abwärts fliessen, trotzdem die genannten Abfälle direkt ein brauchbares Futtermittel darstellen, trotzdem sie, in Erdgruben eingesäuert, sich, wenn auch mit grossen Verlusten, monate-

lang konservieren lassen, und trotzdem wir ein Schnitzeltrocken-Verfahren besitzen, dessen Anlage zwar kostspielig, dessen Arbeit aber tadellos und fast verlustlos verläuft. Der ohne allzu grosse Mühe und Kosten zu verhindernde Auswurf dieser Stoffe steigert die ohnehin vorhandene Kalamität, welche die Zuckerfabriken unseren Gewässern bereiten, um ein Beträchtliches.

Die Abwässer der Zuckerfabriken sind natürlich recht verschiedenartig zusammengesetzt, je nach der Grösse der Fabrik und dem in ihr gehandhabten Sonderverfahren, wobei namentlich der Fabriken zu gedenken wäre, welche noch mit Knochenkohle arbeiten und die saueren Wässer aus der Kohlenregeneration und -Wäsche auswerfen. Nach der Menge des verfügbaren Betriebswassers werden wir bei einem Ueberfluss daran mehr, aber verdünntere, bei einem Mangel weniger, aber konzentriertere Abwässer ablaufen sehen. Die Sorgfalt, mit welcher der Betrieb und namentlich der Abwasserbetrieb gehandhabt wird, spielt natürlich eine wichtige Rolle; eines schliesst das Andere leider nicht ein. Rohzuckerfabriken arbeiten vielfach ihre letzten Melassen nicht auf, sondern verkaufen sie zur Verarbeitung auf Zucker bezw. Alkohol und neuerdings direkt als Futtermittel (Torfmelassefutter). Die letztere Verwertung ist im Interesse der Reinhaltung unserer Gewässer besonders zu begrüssen. Das täglich verarbeitete Rübenquantum ist also kein brauchbarer Maassstab, aus welchem ohne Weiteres auf die Zusammensetzung und die Schädlichkeit der Abwässer geschlossen werden könnte.

Aber noch ein anderer Umstand wirkt erschwerend für eine Beurteilung der Schädlichkeit der Abwässer von Zuckerfabriken: die mehr oder weniger erfolgreichen oder besser mehr oder weniger ernst gemeinten Bemühungen zur Reinigung der Abwässer. Wir werden weiter unten hierauf des Näheren zurückzukommen haben; hier aber darf nicht unausgesprochen bleiben, dass in sehr vielen Fällen die Reinigungsversuche anstatt verbessernd, direkt verbösernd auf den Reinheitsgrad der solche Abwässer aufnehmenden Flüsse wirken; sei es, dass eine zu starke Aetzkalkbeigabe die Fische und anderen Lebewesen direkt umbringt, sei es, dass die Sinkstoffe in unzureichenden, während der ganzen Campagne zur Arbeit verurteilten Klärbecken aufgespeichert, durch die in ihnen sich abspielenden Gährungs- und Fäulnisprozesse bezw. deren übelriechende Stoffwechselprodukte die öffentlichen Wasserläufe in einen geradezu ekelerregenden Zustand versetzen,*) während andererseits sorgsam überwachte Kläranlagen mit nachfolgender Rieselung wesentlich erträglichere Abwässer in die Wasserläufe schicken.

Aus allen diesen Umständen wird es verständlich, dass wir von einem typischen Zuckerfabriksabwasser nicht wohl reden dürfen, sondern von Fall zu Fall mit sehr verschiedenartig zusammengesetzten, sehr verschieden verderblichen Abwässern zu rechnen haben, umsomehr, je verschiedenartiger

*) Das geht soweit, dass in Mühlen, deren Triebgräben die Abwässer von Zuckerfabriken aufnehmen, das Mehl widerlich nach den stinkenden organischen Säuren der Abwässer riecht, auch wohl Schwefelwasserstoffgeruch zeigt, wie mehrfach beobachtet wurde.

sich nach der Mächtigkeit der Wasserführung des die Abwässer aufnehmenden Gewässers der Verdünnungsgrad der Abwasserbestandteile schliesslich gestaltet.

Rübenwaschwasser enthielt nach W. Demel 567 mg Gesamtrückstand und darin 504 mg organische Substanzen mit 2,4 mg Ammoniak und nur 28 mg gelöster Stoffe, worunter 16 mg organische (Zucker etc.).

Die Wässer von den Schnitzelpressen (Diffusionswasser) enthalten etwa 5 Gramm Trockensubstanz pro Liter, wovon die Hälfte Zucker zu sein pflegt, die Abfalllaugen dagegen etwa 50 g, wovon etwa 5 g Rohrzucker, 5 g Kali und Natron, 15 g Kalk (natürlich sehr wechselnd) und 20 g sonstige Stoffe (andere Zuckerarten, organische Säuren, Amide etc., Thonerde, Chlor, Schwefelsäure etc.) im Liter.*)

In Osmosewasser fand W. Demel 1558 mg Gesamtrückstand mit 1130 mg organischer Substanz und 0,44 mg Ammoniak; während J. König 6927 mg Gesamtrückstand mit 1277 mg organischer Substanzen und darin 560 mg Gesamtstickstoff fand, ermittelte F. Strohmer in solchem Wasser fast 7000 mg Rückstand und darin 5590 organische Substanzen mit 1950 mg Zucker im Liter.

Für Knochenkohlewaschwasser mit saurer Reaktion giebt W. Demel an: Gesamtrückstand 3116 mg und darin 380 mg organische Substanzen mit 1,8 mg Ammoniak.

Nachstehend füge ich eine Auswahl von Analysen von Gesamtabwässern von Zuckerfabriken an, deren sehr verschiedene Zusammensetzung das oben Erwähnte belegt.

Abwässer von Zuckerfabriken.

mg im Liter	I	II	III	IVa	IVb	Va	Vb	VIa	VIb	VIc
Suspendierte Stoffe	1312	—	67			191	87	-	—	
darin organische Substanz	350	—	9			85	19		—	—
Gesamtrückstand	2737	2633	104	4026	3729	842	775	1822	1075	474
Rückstand**) filtrirt	1425	—	37			651	688	—	—	.
darin organische Substanz	520	483	21	718	504	229	262	903	429	83
Kalk	—	—		169	169	163	159	319	231	149
Ammoniak	25	14						8	6	1
Salpetersäure	—	6	1,5	21	18	30	24	vorh.	Sp.	0
organischer Stickstoff	24	2						-	—	—

I nach J. König, Gesamtabwasser; II nach Teuchert, Gesamtabwasser; III nach W. Demel, Gesamtabwasser im Mittel; IV nach J. König, a direkt von der Fabrik, b nach Durchfliessen der Absatzbecken; V nach König, a ungereinigt, b nach Nahnsen-Müller gereinigt; VI nach C. Weigelt (aus einem Gutachten), a nach Hulwa gereinigt nach dem Durchfliessen der Absatzbecken, b dasselbe nach Passierung der Riesel-

*) Nach Informationen des Verfassers; aus einem Gutachten desselben.

**) Wo in dieser Reihe eine Zahl steht, beziehen sich die folgenden Daten auf diese, anderen Falles auf den Gesamtrückstand.

felder 60 Schritt abwärts vom letzten Auslaufdrain, c dasselbe nach Aufnahme unbedeutender Zuflüsse 14 km weit abwärts vor Einlauf des Abführungsbaches in das öffentliche Gewässer.

Die Zahlen von IV beweisen, wie wenig das Sedimentieren allein hilft. V zeigt uns bei geringem Reinigungseffekt (mit Thonerdesulfat und Kalk) die bekannte, bei Aetzkalkzusatz gewöhnlich erfolgende Zunahme an löslicher organischer Substanz, bei sonst beachtenswerter Verminderung der Sinkstoffe und besonders der organischen. VI erläutert die Erfolge des Rieselns ätzkalkhaltiger, mit Thonerde und Eisensalzen etc. vorgeklärter Abwässer und gleichzeitig die Wirkung freiwilliger, vorwiegend unter dem Einfluss der Luft und eines langen Laufes (ohne nennenswerte Verdünnung) erzielter Selbstreinigung. Das letzte Abwasser war wegen unzureichender Rieselflächen, trotzdem die anfangs verwendeten Riesel-Wiesen in Rieselfelder mit rauher Furche umgewandelt waren (Vergl. pag. 214), schliesslich immer noch verunreinigt genug!

In wie hohem Grade die Abwässer von Zuckerfabriken geeignet erscheinen, ein Gewässer zu belasten, beweisen nachstehende Zahlen, welche J. König über den Soeste-Bach giebt unter dem Einfluss der verhältnismässig wenig unreinen Abwässer der Soester Zuckerfabrik:

mg im Liter	Gesamtrückstand	Glühverlust	Stickstoff	Kalk	Bemerkungen
Abwasser	761	52	15	157	Die Daten der 3 letzteren Reihen beziehen sich auf filtriertes Wasser.
Soeste-Bach oberhalb . .	369	40	8	7	
Soeste-Bach unterhalb .	427	52	11	8	

Der Soeste-Bach führt, wie die mittlere Zahlenreihe beweist, an sich schon recht verunreinigtes Wasser in Folge Aufnahme der Abgänge aus der Stadt Soest.

Welch gewaltige Massen von Verunreinigungen die Rübenzuckerfabriken entlassen, beweist uns eine Berechnung von Fr. Knapp, nach welcher 3 Zuckerfabriken dem Braunschweiger Stadtgraben täglich etwa 1600 kg organische Stoffe, 40 kg Stickstoff und 360 kg unorganische Substanzen nebst 180 kg Knochenkohle zuführten, und doch beziehen sich diese Daten auf verhältnismässig kleine Fabriken, denn sie stammen aus dem Jahre 1870, zu welcher Zeit man Fabriken mit den wahrhaft riesigen Verarbeitungsmengen unserer Tage noch nicht kannte. Bodenbender ferner giebt an, dass eine 4000 Centner am Tage verarbeitende Fabrik — d. h. nach heutigen Begriffen eine kleine Fabrik — ebensoviel Abwasser liefert, wie eine Stadt von 20000 Einwohnern (Bodenbender rechnet pro Centner Rüben nur 0,5 cbm Wasser) und dass in diesem Abwasser ebensoviel organische Stoffe fortgeführt werden, als eine kanalisierte Stadt von 50000 Einwohnern an Spüljauche in derselben Zeit auswerfen würde.

Rechnen wir mit dem Gesamtabwasser nach J. König — Vergl. die Tabelle pag. 109 I — und nehmen wir an, dass es sich dabei um eine 40000 Ctr. täglich verarbeitende Fabrik handelt und unterstellen wir weiter, dass diese Fabrik ihr ungereinigtes Abwasser — mit 2737 mg Gesamtrückstand — dem öffentlichen Gewässer zuführt — noch vor wenig Jahren gab es, wie uns bekannt, eine solche Fabrik — dann würde das bei der Annahme eines Auslaufes von nur 0,5 cbm pro Ctr. ergeben täglich 54740 kg oder 1095 Ctr. Wir würden also bei einer täglichen Abfuhr mit 5 Loren zum Transport der staubtrockenen Masse nicht auskommen, fast $^1/_2$ Lore müsste zurückbleiben. Für eine Campagne von 90 Tagen aber wären zur Fortschaffung erforderlich 492 Loren und 66 Ctr. könnten nicht befördert werden. Das ergäbe fast 10 vollbeladene Lastzüge (9,85) mit 50 Wagen (100 Axen) von je 200 Ctr. Tragfähigkeit.

Kümmern wir uns nach derselben Analyse nur um die organischen Substanzen (0,870 gr im Liter), so würden wir zu deren Verfrachtung, für die ganze Campagne — 15 660 Metercentner —, immer noch 3 Lastzüge gebrauchen, während 6 Loren und 12 Ctr. zurückbleiben müssten.

Um eine Vorstellung davon zu geben, um welche gewaltigen Massen organischer (verbrennlicher) Substanz es sich dabei handelt, vergleichen wir sie mit Kiefern-Scheitholz. Ein Raummeter (Ster) dieses Holzes wiegt 7,5—9 Doppelcentner bei einem Gehalt von pp. 20 % Feuchtigkeit und Asche. Unseren 15660 Metercentnern trockener organischer Substanz würden wir also als Holz, wie es im Stapel im Walde steht, eine Menge von mindestens 19000 Doppelcentnern Kiefern-Scheitholz an die Seite stellen können oder rund 2350 Raummeter, welche die gleiche Menge verbrennlicher Substanz enthielten wie obige 15660 Doppelcentner organischer Substanz.

Das giebt ein Bild der verbrennlichen Substanz, die eine Zuckerfabrik von 40000 Centnern Verarbeitung pro Campagne liefert, dem wir wohl Weiteres nicht hinzuzufügen hätten!

Kartoffelzuckerfabriken, welche Feuchtstärke verarbeiten, können durch die Waschwässer dieser Stärke und die darin verbliebenen organischen fäulnisfähigen Reste unangenehm werden, sowie namentlich, da sie meist noch Knochenkohle zur Entfärbung der erhaltenen Zuckersäfte verwenden, durch die Abwässer der Knochenkohlenwäsche.

Stärkefabriken. Bei diesen liegen die Verhältnisse ähnlich wie bei den Zuckerfabriken, wenn auch hier das einfachere Verfahren eine geringere Zahl verschiedenartiger Abwässer bietet.

Bekanntlich wird die Stärke durch Auswaschen aus dem gewaschenen und zerkleinerten (zerriebenen, gemahlenen) Rohmaterial gewonnen, wobei für uns wesentlich Kartoffelstärkefabriken in Betracht kommen.*)

Der Wasserverbrauch bezw. Abwasserauswurf beträgt übereinstimmend mit jenem der Zuckerfabriken 0,50 bis 1 cbm auf den Centner verarbeiteter

*) Ich folge hier dem trefflichen Handbuch von O. Saare: Die Fabrikation der Kartoffelstärke. Berlin 1897, Jul. Springer.

Kartoffeln, doch hätten wir hier zu beachten, dass kleinere Feuchtstärkefabriken den Kartoffelbrei weniger oft auswaschen, also weniger Abwasser produzieren, als die grossen und namentlich die industriellen Stärkefabriken.

Unter den Abwässern haben wir zu unterscheiden:

1. das Wasser der Kartoffelwäsche,
2. das Fruchtwasser, d. i. verdünnter Kartoffelsaft,
3. Stärkewaschwasser,
4. Abwasser aus der Pülpegrube und Pülpepresse,
5. die Abwässer der (Stärke-) Schlammverarbeitung.

Noch erheblich weniger, als bei den entsprechenden Vorgängen der Rübenverarbeitung, dürfen wir wesentliche Verunreinigungen des Kartoffel-Waschwassers annehmen, denn der Kartoffel fehlen die Schnittflächen der Rübe; nur bei der Verarbeitung angefaulter Kartoffeln kann sich hier das Verhältnis zu Ungunsten der Kartoffeln verschieben. Wegen der glatteren und rundlichen Form und dem Fehlen von Wurzelfasern ist auch die Menge der aus der Wäsche strömenden Erdbestandteile geringer als bei der Rübe und erreicht nur höchstens 20 % vom Kartoffelgewicht. Im Allgemeinen übersteigt der Schlamm selten 5—6 %. Ein Einleiten der Waschwässer von gesunden Kartoffeln in die öffentlichen Wasserläufe ist als völlig unbedenklich anzusehen. Kleine durch die Roste gedrückte Knollen und Kartoffelstücke, Keime und Strohstücke von den Mieten lassen sich leicht durch vorgelegte Drahtgitter etc. zurückhalten.

Im Fruchtwasser haben wir die löslichen Bestandteile der Kartoffel zu suchen. Da aber 100 kg derselben enthalten

	I	II
Mineralstoffe	0,74	0,92
Zucker	1,90	2,37
Gummiartige Stoffe, Säuren u. A.	0,93	1,16
Lösliches Eiweiss	0,70	0,88
Amidverbindungen	0,70	0,88
	4,97 kg	6,21 kg

so werden wir im cbm Fruchtwasser unter der Unterstellung, dass aus einem Centner Kartoffeln im Betriebe 800 Liter Fruchtwasser entstehen, 6,21 kg erwarten dürfen mit entsprechend 256 und 320 gr Stickstoff.

In der Praxis schwanken die Gehalte natürlich sehr beträchtlich, 1,8—5,6 kg werden für den cbm angegeben, d. h. 2—6 für Tausend.

Das Fruchtwasser ist anfangs rot, später mehr oder weniger schwärzlich gefärbt dank den Gerbstoffen der Kartoffel.

Das Stärkewaschwasser ist lediglich als stark verdünntes Fruchtwasser aufzufassen und die Abwässer aus der Pülpegrube und Pülpepresse, wegen ihrer geringen Menge von nur etwa 5—6 cbm für 100 Centner verarbeiteter Kartoffeln schliesslich auch — wovon überdies das Meiste zu versickern pflegt und der Ablauf von der Pülpepresse weiter auf Stärke verarbeitet

wird —, so dass wir wesentlich nur mit dem Fruchtwasser bezw. dessen Verdünnungen zu rechnen haben und weiter mit den Abwässern der Schlammverarbeitung.

Diese letzteren ergeben im Liter

	Trockensubstanz	1,04 gr
darin	Mineralstoffe	0,33 „

neben Spuren von Stickstoffkörpern und organischen Säuren. Trotz ihrer wesentlich geringeren Konzentration sind diese Abwässer für die Fabriken nicht selten die unangenehmeren, weil ihr übeler Geruch die Umgebung verpestet. Für die öffentlichen Gewässer wirkt ihr Einlauf ekelerregend, während ihre fischereiliche Schädlichkeit natürlich hinter den Fruchtwässern wesentlich zurückbleibt.

Diese Stärkeabwässer sind dank ihrer Stickstoffgehalte beste Fäulnis- und Gährungserreger. Der beträchtliche Gehalt an Eiweisssubstanzen giebt zur Bildung von Schwefelwasserstoff Anlass und gerade hierin haben wir neben dem Sauerstoffverbrauch der fäulnisfähigen Substanzen überhaupt ihre besonderen fischereilichen Schädigungen zu erblicken.

Nach den Erfahrungen des Verfassers scheinen Stärkeabwässer unter bestimmten örtlichen Verhältnissen trotz der geringeren Konzentration — verglichen mit den Abwässern der Zuckerfabriken — geneigter zur Schwefelwasserstoffabspaltung zu sein als diese.*) Leider lassen die Stärkefabriken in Bezug auf sorgsame Zurückhaltung von Pülperesten ebenfalls zu wünschen übrig. Namentlich die industriellen grossen Fabriken, welche die Pülpe als Futtermittel nicht ausreichend verwerten können, sündigen hier gelegentlich recht empfindlich.

M. Märcker und M. C. de Leeves fanden für die Abwässer der Kartoffelstärkefabrik in Hohenziatz nachstehende Werthe:

mg im Liter	Gesamt Abwasser	nach der Verdünnung und Klärung	nach dem Rieseln**)
Trockensubstanz	1 858	323	162
Organische Stoffe	1 134	102	79
darin Gesamtstickstoff	141	12	9
mit Ammoniak	37	0	0
und Salpetersäure	4	Sp.	Sp.
Phosphorsäure	57	5	Sp.

Weizen- und Maisstärkefabriken quellen ihr Rohmaterial vor der Zerkleinerung, welche durch Zerquetschen bezw. Vermahlen erfolgt. Sie entlassen also diese Quellwässer, welche, mit löslichen organischen Stoffen behaftet, leicht in Zersetzung übergehen.

*) Nach mündlicher Mitteilung hat B. Proskauer dieselbe Beobachtung gemacht.

**) Das Wasser war nach einander über 2 Wiesen gelaufen (7,5 bezw. 2 ha gross). Nach dem Ueberlauf über die erste Wiese waren nur noch 38 mg organischer Substanzen vorhanden neben 4 mg Stickstoff.

Bei den Reisstärkefabriken tritt ein anderes Prinzip bei der Verarbeitung auf Stärke in die Erscheinung. Hier wird der Reis mit Natronlauge eingequellt zum Zweck der Auflösung des Klebers. Der letztere wird durch Salzsäure ausgefällt, es entweicht also hier neben den leicht fäulnisfähigen Substanzen Kochsalz.

Die Stärkeauswaschwässer, welche den Fruchtwässern der Kartoffelstärkefabriken etwa entsprechen, enthalten, auf das Rohmaterial bezogen, weniger lösliche Bestandteile als diese. Der ausgewaschene Kleber bleibt zurück oder geht auch z. B. beim Sauerverfahren in Lösung, die Stärke wird mit dem Waschwasser fortgeführt. Namentlich die Sauerwässer der nach dem Sauerverfahren arbeitenden Weizenstärkefabriken erscheinen besonders schlimm.

J. König fand für die Abwässer von Weizen- und Reisstärkefabriken:

mg im Liter	Weizen-Stärkefabrik				Reis-Stärkefabrik
	Einquellwasser	Sauerwasser	Kleberwasser	Ges.-Abwass.	Ges.-Abwass.
Organische Schwebestoffe	57	2 580	6 118	505	118
darin Stickstoff . . .	2	49	65	5	10
Organisch gelöste Stoffe	265	19 537	3 420	3 623	770
darin Stickstoff . . .	15	2 108	431	737	56
lösliche Mineralstoffe .	286	2 615	637	1 682	1 583
Phosphorsäure	8	641	241	465	28

Die Abwässer der Weizenstärkefabrik erscheinen sämtlich mehr oder weniger milchig getrübt und sauer. Mit Ausnahme des geruchlosen Einquellwassers rochen die Wässer sauer und meist auch faulig.

Brennereiabwässer. sind wesentlich weniger schädlich und zwar vorab um deswillen, weil die ausgeworfenen Abwassermengen quantitativ sehr viel geringer sind, als bei den bereits besprochenen landwirtschaftlichen Gewerben. Dabei entlassen die Kartoffel-Sprit-Brennereien eine grössere Abwassermenge als die Korn- und Melasse-Brennereien.

Nach der Arbeitsweise unserer modernen Kartoffel-Brennereien werden die Kartoffeln nach dem Waschen gedämpft zum Zweck der Verkleisterung der Stärkekörner. Nach dem Dämpfen wird aus dem Henze-Dämpfer das aus der Kartoffel ausgetretene Fruchtwasser abgeblasen. Dieses ist, wie bei den Stärkefabriken, das schlimmste Abwasser unserer Brennerei-Industrie, es beträgt aber nach Versuchen von M. Maercker nur 6—7 Liter pro Zentner Kartoffeln oder auf 1000 Liter Maischraum (im Mittel 17,5 Zentner Kartoffeln) 100—125 Liter. Es enthält neben Zucker, Gummi und Anderem auch das giftige Solanin der Kartoffelschale, ist von höchst unangenehm kratzendem Geschmack und geht leicht in Fäulnis über.

Dann kommt noch Weichwasser (vom Quellen der Gerste behufs Herstellung des zur Ueberführung der Stärke in Zucker erforderlichen Malzes bezw. der Diastase des Letzteren) und Spülwasser in Betracht in Höhe von

350—450 Liter, sowie endlich das auch hier wieder wenig schädliche Kartoffelwaschwasser mit 2000—2500 Liter für 1000 Liter Maischraum, insgesamt also 2500—3000 Liter auf 1000 Liter Maischraum.

Die landwirtschaftlichen Brennereien, und diese überwiegen in Deutschland gegenüber den grossen industriellen Brennereien sehr beträchtlich sowohl nach der Zahl als nach dem verarbeiteten Rohmaterial, können wir unterscheiden in:

Betriebsart	Tägliche Verarbeitung nach Maischraum Liter	Kartoffeln rund Centner	Tägliche Abwassermenge Kubikmeter
Kleine Betriebe (einfacher Betrieb) bis	2500	45	6,25— 7,50
Mittlere Betriebe (zweifacher Betrieb) bis	6000	105	15,00—18,00
Grössere Betriebe (dreifacher Betrieb) bis	10000	175	25,00—30,00

Die industriellen Brennereien, welche bis 40000 und mehr Liter Maischraum pro Tag verarbeiten, entlassen verhältnismässig weniger Abwasser, da sie Mais verarbeiten. Die grössten unter ihnen werden kaum mehr als 125 Kubikmeter täglich auswerfen und Kornbranntweinbrennereien und Presshefefabriken pro 1000 Liter Maischraum nur etwa 2,5—3,0 cbm.

Das Fruchtwasser enthält nach M. Maercker 0,38 bis 1,05 im Mittel, also 0,75 % Trockensubstanz oder 7,5 Gramm im Liter, das abgeklärte Kartoffelwaschwasser 0,5 Trockenrückstand im Liter, wovon etwa 0,35 mineralischer und 0,15 gr organischer Natur sind.

Für das Hefewasser einer Branntweinbrennerei fand J. König einen Trockensubstanzgehalt von 7700 gr in 1 cbm, wovon 6900 gr organische und 800 gr mineralische Stoffe waren. Der Gehalt des Hefewassers und Fruchtwassers, dessen Zusammensetzung derjenigen der Spülwässer an festen Stoffen sehr nahe stehen wird, ist also ein sehr ähnlicher und etwa 15 Mal höher als derjenige des geklärten Kartoffelwaschwassers. Es werden also in den Abwässern der Kartoffelbrennereien enthalten sein an festen Stoffen auf je 1000 Liter Maischraum:

Im Kartoffelwaschwasser	1000—1250	gr
„ Weich- und Spülwasser	2695—3465	„
„ Fruchtwasser	750— 937	„
zusammen	4445—5652	gr

oder in je 1 cbm des Abwassers rund 1,8 kg fester Rückstand. Den Trockenrückstand von Kartoffelstärkefabrik-Abwässern giebt O. Saare zu 1,8 bis 5,6 kg in 1 cbm an. Es entspricht daher das Abwasser der Brennereien hinsichtlich seines Gehaltes an festen Bestandteilen demjenigen solcher Stärkefabriken, welche sich durch wenig verunreinigte Abwässer auszeichnen.

Die nachstehenden Untersuchungen von Gesamt-Abwässern von Kartoffelspritfabriken und einer Kornbranntweinbrennerei verdanken wir J. König.

mg im Liter	I	II	IIa	III
Gesamtgehalt . . .	691	6873	1290	6054
darin Organisches . .	338	4723	645	5421
Stickstoff . . .	21	2576	36	274

I. Abwasser einer Spiritusbrennerei und Hefenfabrik.

II und IIa. Abwässer einer anderen Kartoffelspritfabrik. — II. Mittel aus 3, IIa nach einfachem Sedimentieren in Klärteichen aus 5 Probenahmen. — Die Stickstoffbestimmung von IIa bezieht sich nur auf die gelösten Stickstoffbestandteile. Die gelösten organischen Substanzen erreichten hier 421 mg im Liter.

III. Hefenwasser aus einer Kornbranntweinbrennerei — Mittel aus 4 Untersuchungen.

Wie die Analysen I und II lehren, haben wir es in den verschiedenen Fabriken mit sehr verschieden zusammengesetzten Abwässern zu thun. Auch die Einzeluntersuchungen von II schwanken beträchtlich, z. B. in den organischen Stoffen zwischen 1261 und 9481, bei den Stickstoffgehalten zwischen 78 und 530 mg im Liter.

Dass grosse Brennereien einen Bach empfindlich schädigen können, falls sie sich in denselben ergiessen, lehren die nachstehenden Bestimmungen J. Königs über eine Brennerei am Uffelbach:

mg im Liter	Abwasser der Fabrik	Uffelbachwasser			
		oberhalb	unterhalb	nach Benutzung zum Rieseln a	b
Schwebestoffe	476	0	67	9	6
davon organische . . .	252	0	34	4	Sp.
Trockengehalt, löslich . . .	814	351	390	406	491
davon organisch . . .	393	59	89	44	40
Stickstoff	36	4	10	5	3
Phosphorsäure . . .	17	0	3	1	Sp.

Wir sehen oben den Einfluss des Brennereiabwassers an dem Bachwasser vor und nach seinem Einlauf und erkennen ferner, in welcher Weise das Rieseln vermindernd auf die verunreinigenden Bestandteile eingewirkt hat, wobei a die Zusammensetzung des oberirdisch ablaufenden, b jene des Wassers aus den Rieseldrains darstellt.

Brauereien. Gegenüber den Zucker- und Stärkefabriken bieten auch die Brauereien weitaus weniger Gefahren, denn bei ihnen ist von Abwässern des eigentlichen Fabrikations-Betriebes eigentlich gar nicht die Rede, weshalb auch ihre Menge jenen gegenüber sehr wesentlich zurücksteht.

Ausser den Einweichwässern der Gerste kommen nur Schwenk- und Spülwässer der Gährbottiche und Lagerfässer sowie der aus der Kundschaft zurückkommenden Bierfässer in Betracht. Ueber die relativen Mengenverhältnisse der einzelnen Abwässer fehlen in der Litteratur wünschenswerte Mitteilungen.

Ueber die Zusammensetzung der einzelnen Abwässer berichtet uns J. König nach Alex. Müller (1) und eigenen Analysen (2, 3, 4 und 5) dass:

Ein Liter enthält	1. Gersteweichwasser mg	2. Spülwasser mg	3. Schwenkwasser mg	4. Gesamt-Abwasser*) mg	5. Gesamt-Abwasser*) mg
Gesamtabdampfrückstand	2200	2535	1847	1667	5360
Glührückstand darin	1392	1355	833	960	1408
Kali	439	79	66	—	109
Kalk	200	421	258	—	—
Phosphorsäure	43	20	20	14	117
Schwefelsäure	199	110	78	—	145
Glühverlust darin	808	1180	1014	707	3952
Organischer Stickstoff (1)	13	19	33	58	185
Ammoniakstickstoff (2)	—	21	—		

Ferner lassen wir noch einige Analysen gereinigter Abwässer folgen:

mg im Liter	Gereinigte Brauerei-Abwässer: mit Aetzkalk behandelt, ungereinigt	mit Aetzkalk behandelt, gereinigt	nach Nahnsen-Müller Schönebeck a/E., ungereinigt	nach Nahnsen-Müller Schönebeck a/E., gereinigt	nach Röckner-Rothe Braunschweig, ungereinigt	nach Röckner-Rothe Braunschweig, gereinigt	nach Röckner-Rothe Dortmund, ungereinigt	nach Röckner-Rothe Dortmund, gereinigt
Suspendiert	979	256	497	25	196	Sp.	1002	64
Darin organisch	783	190	362	12	173	Sp.	110	Sp.
Stickstoff	—	—	43	Sp.	7	0	13	0
Gelöste Stoffe	2071	2415	1170	1507	571	2788	1620	1917
Darin organisch	1444	1716	345	552	240	512	—	—
Stickstoff	***) 24	21	14	24	15	13	8	6
Kali	—	—	100	92	27	25	—	—
Kalk	242	195**)	155	175	128	838	187	512
Phosphorsäure	41	0	14	Sp	9	3	—	—
Schwefelwasserstoff	—	—	—	—	3	0	7	6

Die Analysen der mit Kalk gereinigten Abwässer führte Fr. Schwackhöfer aus†). Die Reinigung ist wenig ausreichend, wie der Autor selbst findet.

Die weiteren Analysen stammen von J. König und sind für das Verfahren Nahnsen-Müller (s. pag. 185 u. 199) überraschend günstig, für jenes von Röckner-Rothe (s. pag. 188) sehr ungünstig. Es erscheint besonders auffallend, dass hier nicht einmal die Filterwirkung des Letzteren genügend war, was doch sonst stets der Fall zu sein pflegt. König selbst will die Zahlen nicht für massgebend erachten zur Beurteilung der Reinigungs-

*) Darin (4) 497 mg Sinkstoffe mit 362 organischer Substanz, worin 43 mg Stickstoff beziehungsweise (5) 1073 — 490 — 41 mg. Die Werte für Phosphorsäure, Schwefelsäure und Kali beziehen sich auf filtriertes Abwasser.

**) Ausserdem 111 mg freier Kalk.

***) Ferner 24 bezw. 20 mg salpetrige Säure.

†) Mitteilungen der österr. Versuchs-Station für Brauerei und Mälzerei. Wien. 1889 II. 62.

verfahren und weist bei dem Braunschweiger Wasser auf die Verschiedenheit der Zusammensetzung von Brauereiabwässern hin, welche es zweifelhaft erscheinen lassen, ob die beiden Abwässer überhaupt vergleichsfähig waren, d. h. ob die Daten für das gereinigte sich auch auf ein Wasser beziehen, welches jenem ungereinigten entsprach.

Es erscheint nach den vorstehenden Analysen begreiflich, dass derartige Abwässer überaus fäulnisbereit sind, wenn wir bedenken, dass in ihnen die nach dem Absterben sehr rasch zerfallenden eiweissreichen Hefen neben Zucker und Gummi und anderen leicht zersetzlichen organischen Substanzen auftreten. Es darf uns daher nicht Wunder nehmen, dass solche Wässer leicht in heftig stinkendem Zustande betroffen werden. Sie enthalten gleichzeitig in reichen Mengen die unorganischen Bakteriennährsalze d. h. z. B. bis zu 43 mg Phosphorsäure. Freie Essigsäure — aus der Oxydation der Alkoholreste — sowie Milch und Buttersäure fehlen deshalb fast nie. Es wird begreiflich, dass solche Abwässer als Sauerstoffzehrer auftreten und überdies aus dem Zerfall der Eiweisskörper der Hefen ständig in grösseren oder geringeren Mengen Schwefelwasserstoffgas und Schwefelmetalle den Wasserläufen zuführen, in diesen dann Vegetationen der weissen Fadenalgen und besonders des Leptomitus lacteus anregend. (Vergl. 218 folg.)

Der Sunderholzbach, welcher die Abwässer von reichlich 40 Dortmunder Brauereien aufnimmt, zeigte nach Alex. Müller vor (1) und nach (2) Aufnahme der Abwässer nachstehende Zusammensetzung während J. König (3) in demselben verunreinigten Gewässer (Mittel aus 3 Analysen) in den Jahren 1883/84 an gelösten Stoffen fand:

Der Sunderholzbach enthielt mg im Liter	Vor Aufnahme der Abwässer	Nach Aufnahme der Abwässer	
	1	2	3*)
Gesamtrückstand	1095,0	1711,0	1424,0
Glührückstand	962,0	1271,0	991,0
Glühverlust	133,0	440,0	433,0
Organ. Stickstoff	2,0	8,0	3,0
Ammoniakstickstoff	3,0	5,0	5,9
Schwefelwasserstoff	—	—	9,4

Molkereien, Käsereien. Solange die Gutswirtschaften lediglich den eigenen Milchertrag in eigenen Milchkammern verarbeiteten, waren die erzielten Mengen, selbst in den grössten Wirtschaften nicht so beträchtlich, dass von Abwässern in unserem Sinne die Rede sein konnte. Der sparsame, rechnende Landwirt war dabei ferner bestrebt, die abgängigen Spülwässer soviel als möglich noch bei der Schweinehaltung etc. auszunutzen.

Mit dem Uebergange zur Grossmilchwirtschaft in genossenschaftlichen Molkerei-Betrieben wurden zwar die Milchertragswerte — unter Einrechnung der jetzt wegfallenden Nebenkosten des Selbstbetriebes — gesteigert, aber

*) Darunter in einem Falle 110 mg organische Substanzen mit 13,5 Stickstoff in suspendirter Form.

andererseits auch die Möglichkeiten der Verwertung abfallender geringwertiger Nebenprodukte wegen der oft beträchtlichen Entfernungen der Molkerei von den Gewinnungsstätten des Rohproduktes wesentlich erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht und damit ein Abwasser geschaffen, welches in seiner Massenhaftigkeit nun nicht selten recht schädlich für die dasselbe aufnehmenden Wasserläufe wird.

Kuhmilch enthält im Mittel im Liter

Caseïn 32 gr }
Albumin 5 } mit pp. 6 gr Stickstoff,
Fett 36,
Milchzucker 48,
Mineralsalze 7.

Diese Bestandteile finden wir mehr oder weniger verdünnt in den Molkereiabwässern wieder zuzüglich der Stoffe, welche der Molkereibetrieb bezw. das Putzen der Apparate und Gefässe an Schmier- oder Reinigungsmitteln hinzufügt.

In dem Molkereigewerbe treten indes die Abwässer nicht einheitlich auf, sondern wir können sie unterscheiden nach den Abgängen aus dem Ablieferungsraum (1), aus dem Separatorraum (2) und aus der Käserei (3).

Die nachstehenden Daten, welche wir J. König*) danken, geben dieser Verschiedenartigkeit Ausdruck und lehren gleichzeitig die Zusammensetzung der gemischten Abwässer aus dem Sammelkanal (4) kennen. Die Abwässer stammen sämtlich von derselben Molkerei.

Ein Liter enthält mg	Ablieferungsraum	Separatorraum	Käserei	Sammelkanal
Schwebestoffe	4020	7884	—	—
davon organisch	2681	7534	—	—
Gesamtrückstand	6462	10415	17413	3680
Glühverlust	4400	8456	14622	2733
Darin Stickstoff	232	100	510	118
Milchzucker	56	353	10052	316
Fett (meist Schmieröl) .	—	5665	—	—

Es wird nach den obenstehenden Analysen begreiflich, dass derartige Wässer bei der leichten Zersetzbarkeit der in ihnen enthaltenen organischen Stoffe, namentlich wenn wir in Betracht ziehen, dass beim Zerfall der Eiweisskörper (Caseïn und Albumin, vergl. die oben für Milch angegebenen Zahlen) Schwefelwasserstoff frei wird, sich wegen der übelen Gerüche sehr unangenehm bemerkbar machen und zweifellos den Sauerstoffgehalt des Wassers recht ungünstig beeinflussen werden. Das die Zusammen-

*) Die landw. Versuchsstation in Münster i. W. während der ersten 25 Jahre. Eine Denkschrift, 1896, p. 188.

setzung dieser Abwässer natürlich je nach der Sorgsamkeit und Grösse des Betriebes und auch wohl der Leistungsfähigkeit der Apparate absolut und relativ recht verschieden ausfallen wird, erscheint verständlich.

Die modernen Nahrungsmittel-Industrien. Margarinefabriken, Fleisch- und Fischkonservenfabriken, Gemüsekonserven, Extrakte, patentamtlich geschützte Nährstoffe. Ganz allgemein werden wir hier Abwässer erwarten dürfen, welche sich einerseits denen von Verarbeitungsstätten tierischer Fette, Leimfabriken und dergleichen, in ihrer chemischen Zusammensetzung nähern dürften, und andererseits den Brennereien. Jedenfalls haben wir eine Fülle leicht zersetzlicher organischer Stoffe in ihnen zu erwarten, Eisweisstoffe, Fette, Kohlenhydrate mit all' den grösseren oder geringeren Gefahren, welche solche mannigfach zusammengesetzten Abwässer den Wasserläufen zu bieten vermögen.

Bei den patentamtlich geschützten Nährstoffen, wie dem Tropon und Anderen, müssen wir nach den Angaben der Patentschriften forschen um vorkommenden Falls unsere Wasserläufe gegen etwaige voraussichtlich ungünstige Einflüsse schützen zu können.

Einzelne dieser Industrien verarbeiten geradezu riesige Quantitäten ihrer Rohmaterialien, wie die Margarinefabriken, von denen neuerdings die grossen van den Bergh'schen Werken in Cleve (Rotterdam und Brüssel) die Herstellung von Vitello (Margarine mit der Eigenschaft des Sichbräunens beim Braten, erreicht durch Zusatz von Rahm und Eidotter) und Sana (Mandelmilch-Margarine) hinzugenommen haben, unsere militärischen Konservenfabriken, die braunschweiger und thüringer Gemüse-(Spargel-)Konservenfabriken u. a. m.

Neben dem Eiweissfabrikat Tropon wären das Hämatogen, Sanatogen, Plasmon, die Somatose und andere „Nährstoffe" hier anzureihen bis zurück zur Revalenta arabica unserer Kinderjahre. Diese nicht selten verständnisvoller Weise auf die Errungenschaften der modernen Ernährungsphysiologie sich stützenden Darbietungen, deren Nutzen im Einzelfalle gar nicht geleugnet werden soll, zeigen vielfach einen überraschend starken Konsum, welcher indes meist auf die guten Dienste derjenigen zurückgeführt werden muss, welche — nicht alle werden. Die nervöse Menschheit unserer Zeit fühlt sich veranlasst, für teures Geld Heilmittel, Nährmittel zu erwerben, die eine naturgemässe Lebensweise völlig überflüssig machen würde und deren Ersatz einer denkenden Hausfrau jeder Wochenmarkt in althergebrachter Gestalt für wenige Pfennige bietet, wo dort mindestens Nickel bezahlt werden müssen. Jedoch das Denken ist mühsam und der Hausarzt ist meist schmiegsam den Leiden und Launen seiner Patienten gegenüber. —

Ueber die Fabrikationsabwässer dieser modernen Industrien wissen wir im Einzelnen recht wenig; bei den Fleischeiweisspräparaten wird man annehmen dürfen, dass die Patentinhaber bestrebt sein werden, die leimgebenden Substanzen, welche ernährungsphysiologisch einen geringen Wert haben, durch Peptonisirung zu entfernen, dass wir also deren fäulnisfähige Bestandteile in den Abwässern erwarten dürfen neben Anderen

Nur über die Abwässer einer Margarinefabrik belehrt uns eine Untersuchung von E. Haselhoff. Die Daten der ersten Reihe beziehen sich auf

unverdünnte Abwässer, während wir in der zweiten Reihe das Mittel aus 2 ziemlich übereinstimmenden Analysen bieten, welche J. König als stark mit Kondenswasser verdünnt charakterisirt.

	1	2
Schwebestoffe	332	82
darin organische	275	41
Gesamttrockengehalt	7200	399
darin organische	875	164
mit Gesamtstickstoff	118	9

Die Abwässer zeigen beachtenswerte Stickstoffmengen und eine Fülle organischer fäulnisfähiger Substanzen, welche das Auftreten bedenklicher Gährungs- und Fäulniserscheinungen gewährleisten. Angaben über etwaige Fettgehalte fehlen.

Städtereinigung. Mancherlei Umstände beeinflussen die Natur der Gesamtauswurfstoffe eines menschlichen Wohnplatzes. Die Lebensgewohnheiten seiner Bewohner, unter denen wir besonders die gewerbliche Thätigkeit verstanden wissen möchten, nehmen hier natürlich eine hervorragende Stelle ein: es ist begreiflich, dass vornehmlich ackerbautreibende Orte mit ihrem Düngerbedürfnis sich von vorwiegend gewerblichen Städten unterscheiden werden und andererseits ist es eine besondere Eigenart mancher Städte, aus vielfach nicht mehr erkennbaren Umständen, diesem oder jenem Gewerbe den Vorzug zu geben, so dass, von der Besonderheit der jenem Gewerbe eigentümlichen Abwässer, der Gesamtabfall nicht unwesentlich beeinflusst wird. Weiter tritt das übliche Brenn- und Heizmaterial, ob Brennholz, Torf, Braunkohle oder Steinkohle verwendet wird, sowie die Eigenart der gebräuchlichen Baumaterialien, den Auswurf wesentlich verschiedenartig gestaltend, besonders hervor.

Aus dem eben Gesagten wird ohne Weiteres erklärlich, dass die Menge der Auswurfstoffe der verschiedenen Städte eine recht verschiedene sein wird, verschieden auch nach den Jahreszeiten; man denke an das Wärmebedürfnis im Winter und die dadurch gesteigerten Aschenmengen und an die sommerliche Speisekarte mit ihrem gesteigerten Gemüseverbrauch und deren Abfall u. A. m.

R. Blasius*) schätzt die Gesamtsumme aller aus einer Grossstadt zu entfernenden Abfallstoffe, wobei er an Braunschweig mit seinen 100000 Einwohnern denkt, im Jahre auf rund 89 Millionen kg, die sich folgendermassen zusammensetzen:

Feste und flüssige Exkremente der Menschen	36500000 kg
Feste und flüssige Exkremente der Haustiere	12000000 „
Haus- und Strassenkehricht und feste gewerbl. Abfälle .	40556000 „

J. König, Verunreinigung der Gewässer, II. Auflage, 1899, II, pag. 190.

*) Th. Weyl, Handbuch der Hygiene. Jena 1897, darin R. Blasius, Städtereinigung, pag. 29.

Die festen — löslichen oder aufgeschwemmten Bestandteile der Haus- und Küchenabwässer wurden dabei nicht berücksichtigt: mit ihnen kommen wir auf weit über 90000000 kg. — Vergl pag. 131.

Eine sorgsame Städtereinigung hat sich also zu beschäftigen:

1. mit den menschlichen Auswurfstoffen;
2. mit den Exkrementen der Haustiere;
3. mit der Fürsorge um den Verbleib der Strassen-, Haus- und Küchenabwässer;
4. mit dem Strassenkehricht und Marktabfall;
5. mit dem Hauskehricht nebst sonstigem Auswurf einschliesslich der industriellen Abgänge;
6. mit den Aschenresten.

Unter all diesen Auswurfstoffen können die Gewässer bei sorgloser Handhabung der Regeln, welche die Hygiene und die Aufsicht unserer Gewässer vorschreiben sollten, mehr oder weniger empfindlich leiden.

Die Auswurfstoffe der Menschen nehmen die erste Stelle unter den städtischen Abgängen ein und die Sorge für deren Beseitigung wird mit dem Anwachsen der Städte für diese mehr und mehr eine ernste Notwendigkeit.

Es soll zwar nicht behauptet werden, dass die Gesamtheit der menschlichen Abgänge eines Ortes selbst unter den hierfür günstigsten Bedingungen und Gewohnheiten in die Wasserläufe gelangt, immerhin aber nehmen sogar bei den sorgsamsten Verhütungsmassregeln recht beträchtliche Anteile ihren Weg in die Gewässer.

Nach Lebensalter und Geschlecht wie nicht minder natürlich nach dem jeweiligen Wohlbefinden und besonderer individueller Neigung, welch letztere wiederum von der Wohlhabenheit der Betreffenden und etwaigen Sondergewohnheiten, welche zu einer Bevorzugung tierischer und pflanzlicher Kost führen können, beeinflusst wird, beträgt nach Wolf und Lehmann die mittlere Menge der Ausscheidungen auf den Kopf:

Geschlecht	Feste Ausscheidungen		Flüssige Absonderungen		Zusammen	
	täglich gr	jährlich kg	täglich gr	jährlich kg	täglich gr	jährlich kg
Mann	150	54.7	1500	547,5	1650	602,2
Frau	45	16,4	1350	492,7	1395	509.1
Knabe	110	40.1	570	208,0	680	248.1
Mädchen	25	9,1	450	164,2	475	173,3

Wolf und Lehmann lassen die Bewohnerschaft einer Stadt von 10000 Einwohnern zusammengesetzt sein aus 3761 Männern, 3463 Frauen, 1406 Knaben und 1370 Mädchen.*)

*) Diese Annahme erscheint bei dem von der Statistik nachgewiesenen Ueberwiegen des weiblichen Geschlechtes nicht als allgemein gültig.

Eine solche Bevölkerung würde also im Jahr liefern:

Geschlecht	Feste Absonderungen kg	Flüssige Absonderungen kg	Zusammen kg
Männer	205 700	2 059 000	2 264 800
Frauen	56 800	1 706 100	1 763 000
Knaben	56 400	292 200	348 800
Mädchen	12 400	225 400	237 400
Zusammen	331 300	4 282 700	4 614 000

d. h. im Mittel auf Kopf und Jahr 33,1 kg feste und 428,3 kg flüssige Absonderungen und insgesamt 461.4 kg beziehungsweise für 24 Stunden 127 gr.

M. von Pettenkofer und mit ihm A. Gärtner nehmen nahe übereinstimmend mit obigem die mittlere Menge der Entleerungen eines Jahres zu 34 kg Kot und 428 kg Harn an, d. h. 462 kg insgesamt, während E. Wolff diese Durchschnittszahlen mit 48,5 beziehungsweise 422 kg bemessen will; J. H. Vogel*), der neueste Autor auf diesem Gebiete, giebt, gestützt auf die reichhaltige Gesamtlitteratur, dem Verhältnis 45,5 : 438 den Vorzug und rechnet mit 1333 gr Gesamtausscheidungen pro Tag.

Wie über diese mittleren Mengenverhältnisse die Befunde der einzelnen Gelehrten auseinandergehen, so decken sich auch die Angaben über die mittlere chemische Zusammensetzung der Auswurfstoffe begreiflicherweise nicht.

E. Wolff giebt als mittlere Zusammensetzung die nachstehenden Werte:

Ein kg enthält	Feste Absonderungen gr	Harn gr	Gemenge gr
Wasser	772,0	963,0	935,0
Trockensubstanz	228,0	37,0	65,0
Organische Substanz	198,0	24,0	51,0
Stickstoff	10,0	6,0	7,0
Phosphorsäure	10,9	1,7	2,6
Kali	2,5	2,0	2,1
Natron	1,6	4,6	3,8
Kalk	6,2	0,2	0,9
Magnesia	3,6	0,2	0,6
Schwefelsäure	0,8	0,4	0,5
Chlor und Fluor	0,4	5,0	4,0
Kieselsäure und Sand	1,9	—	0,2

*) Die Verwertung der menschlichen Abfallstoffe. Berlin 1896. Arbeiten der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, Heft 11.

Heiden und Müller nehmen dagegen folgende Zusammensetzung der Ausscheidungen (48,5 : 438) als richtig an:

Ein kg enthält	Kot gr	Harn gr	Zusammen gr
Wasser	772,0	94,7	937,0
Trockensubstanz	228,0	52,5	63,0
Organische Substanz	194,0	42,0	49,0
Stickstoff	16,0	10,0	8,5
Phosphorsäure	12,3	1,5	2,6
Kali	5,5	1,8	2,1

Es wäre indes verkehrt, selbst unter den ungünstigten Verhältnissen (Schwemmsystem ohne Reinigung) anzunehmen, dass die oben erwähnten Mengen nun auch wirklich in die Flüsse gelangen können. Ein sehr beträchtlicher Anteil derselben wird verzettelt, wie die Daten über die verschiedenen Systeme der Sammlung der Ausscheidungen ergeben haben

E. Heiden und Alex. Müller nehmen die Menge des täglich gesammelten Anteils zu 1,2—1,4 kg an, während J. H. Vogel glaubt, die Verschleppung des Kotes mit ein Sechstel und jene des Harns bis zur Hälfte bemessen zu müssen, wonach sich die Menge der gesammelten Ausscheidungen, d. h. derjenigen, welche an den dafür bestimmten Orten zur Ausscheidung gelangen, auf nur 710 gr pro Tag beläuft oder zu 260 kg pro Kopf und Jahr. Ja für die kleinen Städte berechnet er diese Verluste mit 70 %, während sie bei der Schwemmkanalisation mit nur 25 % in Rechnung gestellt werden können.

Im landwirtschaftlichen Interesse kann man von solchen „Verlusten“ reden, in unserem Sinne aber müssen wir annehmen, dass gerade dieses Verschleppte in nicht unbeträchtlicher Menge, sei es mehr oder weniger direkt in die Flüsse gelangt, sei es mit den Tagewässern den Wasserläufen zugeführt wird.

Aber auch mit den danach verbleibenden Anteilen an „gesammelten“ Ausscheidungen dürfen wir natürlich nicht allgemein rechnen, denn im Interesse der Saubererhaltung unserer Wohnstätten werden eben diese gesammelten Ausscheidungen abgefahren, um als Dünger Verwendung zu finden, und damit könnten wir sie als Faktoren der Wasserverunreinigung ausscheiden. Sorglose Pflege der Sammelgruben kann indess bei Platzregen zu einem Uebertritt der Gruben führen und deshalb erscheint es nicht überflüssig, nach der Zusammensetzung solchen Grubeninhaltes zu fragen. Selbst dem Inhalt von Abfuhrtonnen und -Kübeln dürfen wir unser Interesse nicht versagen, denn es können Spülwässer derselben in Betracht kommen.

Nachstehend folgen einige Analysen:

1. und 2. Grubeninhalt aus grossen Karlsruher Gruben 3. Stuttgarter Grubeninhalt. 4. und 5. Mainzer Grubeninhalt. 6. Düsseldorfer Grubeninhalt. 1 bis 6 je gemischt. 7. und 8. Aus der Dresdener Sammelgrube in Klotsche und zwar 7. der dicke Absatz, 8. die darüberstehende Jauche. 9. Mittel aus 22 Analysen, welche J. H. Vogel mitteilt und aus welchen nachstehende Analysen ausgewählt wurden.

Haus- und Sammel-Gruben-Dünger.

1 kg enthält gr	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Trockengehalt	40,1	38,1	26,2	21,6	11,4	9,9	86,7	31,7	35,5
Organ. Substanz	22,8	30,3	15,1	—	—	—	62,1	21,1	27,6
Gesamt-Stickstoff . . .	4,1	3,5	4,3	1,5	0,9	2,8	4,4	2,7	3,7
Ammoniakstickstoff . . .	—	—	—	1,1	0,8	2,2		—	1,1
Asche	17,3	7,8	11,1	—	—	—	13,9	11,6	13,9
Phosphorsäure	1,9	6,0	1,9	0,7	0,3	0,4	3,6	0,5	1,6
Kali	1,4	1,9	2,0	1,8	1,0	1,3	1,7	2,2	1,6

Abfuhr-Tonnen und Kübel-Dünger.

1 kg enthält gr	1	2	3	4	5	6	7
Trockengehalt	58,5	71,0	73,1	55,1	118,7	87,1	76,9
Organ. Substanz	42,8	53,1	—	—	92,4	66,6	55,4
Gesamt-Stickstoff	5,6	6,0	6,2	7,4	11,3	8,1	7,5
Ammoniak-Stickstoff . . .	—	—	—	3,8	5,2	2,7	4,3
Asche	15,8	14,6	—	–	2,6	2,0	1,8
Phosphorsäure	2,5	2,3	2,0	—	3,9	3,0	2,7
Kali	1,9	2,0	—	—	3,5	2,9	2,8

1. Augsburger, 2. Görlitzer Abfuhr-Tonneninhalt. 3. Rostocker (Mittel aus 2 Kübeln), 4. Berliner Kübelinhalt (Mittel aus 4 Befunden von 4 verschiedenen Auswurfmassen einer Familie von 5 Köpfen) 5. Durchschnittsprobe des Inhaltes von 2 Aborttonnen einer Kaserne in Halle 6. Mittelprobe aus 20 Eimern des Zuchthauses in Halle. 7. Mittel aus 19 Analysen, obige eingeschlossen, welche J. H. Vogel mitteilt.

Die Abfuhrgefässe erhielten Kot und Harn; von Letzterem wurde natürlich manches verschleppt. Darauf dürften der Hauptsache nach die nicht unwesentlichen Abweichungen zurückzuführen sein. Die Entleerungen sind als frisch zu bezeichnen mit Ausnahme von No. 1.

In den Grossstädten ist bekanntlich die Abfuhr solcher Gruben- und Tonnendünger, auch wenn wir dieselben etwa durch Torf oder Kehrichtbeigaben in einen Mengedünger verwandeln, nicht durchführbar. Die Bevölkerungsdichte der grossen Städte verlangt eine schleunige Entfernung der Ausscheidungen aus dem Weichbilde der Städte, welche sich durch eine ordnungsmässige Kanalisation mit Wasserspülung am sichersten erreichen lässt.

Die dabei entstehenden Spüljauchen werden zwar nur in vereinzelten Fällen ungereinigt in die Wasserläufe entlassen, aber eben deshalb und wegen der bei Regengüssen durch die Notauslasse kanalisirter Städte in die Flüsse gelangenden Jauchenanteile dürfen wir den ungereinigten Spüljauchen unsere Aufmerksamkeit nicht versagen. Die Kanalwässer stellen indess in den allerseltensten Fällen lediglich die Spülwässer aus den Aborten dar; fast allgemein treten hinzu die Hausabwässer (Küchenspül-, Wäschewasser und Waschwasser), bereichert durch allerlei Küchenabfälle, Gemüsereste und dergl. Hierzu kommen dann noch die Abwässer der Gewerbe, der Haus- und Kleinindustrie, wie auch je nach der industriellen Arbeitsrichtung ihrer Bewohner, nicht selten ihrer Natur nach sehr verschiedenartig zusammengesetzte Abwässer grosser bis grösster abwasserliefernder Betriebe.

Es erscheint hiernach verständlich, dass der Wasserverbrauch bezw. der Abwasserablauf auf den Kopf der Bevölkerung recht verschiedene Werte ergiebt, wie die nachstehende Tabelle*) belegt.

*) Nach R. Baumeister, Städt. Strassenwesen und Städtereinigung, Berlin 1890.

Kanalwasser enthält gr im cbm = mg im Liter in:	Abdampfrückstand	Schwemmstoffe		Gelöstes		Stickstoff		Kanalwasser pro Kopf und Tag Liter
		Unorgan.	Organisches	Unorgan.	Organisches	gr im cbm	gr pro Kopf und Tag	
Berlin	1425	217	453	506	249	70	7	100†
Danzig	1265	216	379	499	171	65	12	180†
Essen	1161	105	213	613	230	106	20	190
Wiesbaden*)	1947	40	34	1780	93	23	8	345
München**)	671	40	80	361	190	—	—	465
Frankfurt a. M.								
Bei trockenem Wetter .	1006	76	72	573	285	47	5	100
Bei Tauwetter	1488	797	203	238	250	67	21	320
Am Klärbecken . . .	2241	377	919	364	581	115	21	180†

Aus der Tabelle ersehen wir vorab, dass die Menge des Abwasserabflusses auf die Kopfzahl der Bewohner einer Stadt — oder des betreffenden kanalisierten Bezirkes — berechnet, thatsächlich recht verschiedene Werte ergiebt und dass die Verunreinigungsgrösse der einzelnen Abwässer ebenfalls eine sehr verschiedene ist. Man sollte erwarten dürfen, dass die Stickstoffziffern — Gesamtstickstoff — einen brauchbaren Wertmesser abgeben. Dem ist aber nicht so, wie besonders das Beispiel von Essen lehrt, wo die Einführung von Exkrementen verboten war††) —, aber trotzdem natürlich, wenn auch nicht allgemein erfolgte. Das Beispiel von Wiesbaden lässt den Einfluss der dortigen Mineralquellen mit ihren anorganischen Salzen erkennen. Die Zahlen von Frankfurt a. M. zeigen eine Beeinflussung durch das Regenwasser dahin, dass die hierdurch bedingte stärkere Strömung in den Kanälen die bei ruhigem Wasser darin abgesetzten Sinkstoffe mitreisst, also den Gehalt des Abwassers an diesen vermehrt, während die Menge der gelösten Stoffe durch Verdünnung unter das Mittel sinkt.

Zu den Berliner Zahlen müssen wir noch bemerken, dass auf Grund eingehender neuerer Untersuchungen der Stickstoffgehalt oben wohl zu niedrig angenommen wurde. E. Salkowsky fand in filtrierter Spüljauche im Mittel 109 mg, J. H. Vogel 118,6 Gesamtstickstoff, während Alex. Müller auf Grund eigener älterer Untersuchungen 100 mg annimmt.

Die Zusammensetzung der Spüljauche einer Stadt schwankt an den verschiedenen Tagen und Monaten, wie die nachstehenden, von B. Fischer-Breslau angeführten Analysen lehren, denen indes leider die Werte für Ge-

---

*) Aus dem Salzbach als Hauptkanal

**) Ludwigs- und Max-Vorstadt.

†) Jahresdurchschnittszahlen.

††) Zur Zeit der Aufstellung obiger Zahlen.

samtstickstoff fehlen. Um die Zusammensetzung solcher Wässer im Einzelnen kennen zu lehren, lassen wir ausnahmsweise, über unser Bedürfnis hinaus, alle gefundenen Zahlen folgen — mit Ausschluss der Härteziffern.

Breslauer Spüljauchen.

Ein Liter enthält mg	11. IV. 93	9. V. 93	6. VI. 93	11. VII. 93	9. VIII. 93	12. IX. 93	10. X. 93	7. XI. 93	12. XII. 93	8. I. 94	14. II. 94	15. III. 94
Abdampfrückstand	981	950	926	1159	1014	929	780	1282	1612	1363	1091	1030
Schwemmstoffe	284	257	246	305	258	194	110	439	571	410	323	315
organische	228	191	171	214	183	124	75	242	459	319	243	223
unorganische	56	66	75	91	74	70	35	197	111	91	79	92
Lösliches	697	693	680	854	756	735	670	843	1041	953	768	715
organisch	247	217	188	317	310	292	191	306	272	353	284	208
unorganisch	450	476	492	537	446	443	478	537	769	599	484	507
Chlor	159	155	128	162	143	145	155	155	282	210	161	135
Schwefelsäure	81	79	88	44	88	68	83	136	128	68	92	57
Phosphorsäure	16	19	16	21	9	15	18	13	37	30	17	14
Kieselsäure	16	16	13	14	15	13	15	13	21	17	12	13
Ammoniak	100	112	50	100	75	87	117	87	132	112	75	50
Kalk	71	72	65	73	84	85	59	114	114	115	70	88
Magnesia	10	8	23	19	12	25	10	23	34	22	24	17
Eisenoxyd-Thonerde	1	3	21	14	2	1	1	6	2	2	2	5
K Mn O_4 — Verbr. f. 100 cc .	16	20	15	21	17	19	14	13	2	37	25	25

Aber nicht nur in den verschiedenen Monaten schwanken die Zahlen. Th. Weyl*) fand für verschiedene Tageszeiten:

		Tageszeit	mg Stickstoff i. L.
10. Juli	10 Uhr	Abends	85
13. „	7 „	früh	98
16. „	12 „	Mittags	127
17. „	5 „	Nachmittags	87
13. „	8 „	Abends (Strichregen) . .	55

Beachtenswert erscheint das Sinken des Stickstoffs bei „Strichregen“ und das Ansteigen in der Mittagszeit, was den Einfluss der Morgen-Entleerungen erkennen lässt.

J. H. Vogel hat die Th. Weyl'sche Beobachtung durch neue Untersuchungen bestätigt und dabei ein weiteres Ansteigen — 6—7 Uhr früh — als Folge der Abend-Entleerungen sicher nachgewiesen, wie das auch schon die mitgeteilten Zahlen vermuten lassen.

Dass die Abwässer einer kanalisirten Stadt auch in den verschiedenen Stadtteilen Abweichungen zeigen, beweisen die nachstehenden an den Spüljauchen von 6 verschiedenen Kanälen in Wien nach dem Abschlemmen der Sinkstoffe durch Meissl*) gewonnenen Zahlen; mg im Liter:

Stickstoff . . .	352	179	197	160	160	84
Phosphorsäure .	73	30	26	20	25	20
Kali	203	1000	136	120	92	85

*) Versuch über den Stoffwechsel Berlins. Berlin 1894, nach J. H. Vogel.

*) Bericht über die landw. Verwertung der Wiener Abfallwässer. Wien 1895 p. 25.

Die Exkremente unserer Haustiere. Menschliche Kultur, ja menschliches Leben erscheint ohne unsere Haustiere fast ausgeschlossen. Sie sind deshalb auch die ständigen Mitbewohner unserer Wohnplätze und ihre Aussonderungen dürfen wir daher als Quellen möglicher Verunreinigung unserer Gewässer nicht auslassen. In erster Linie kommen natürlich die flüssigen Absonderungen und Mistjauchen in Betracht.

Exkremente der Haustiere*) gr im kg	Wasser	Organische Substanz	Stickstoff	Asche	Phosphorsäure	Kali	Täglich gr**) feucht	trocken
Pferd								
Kot	758	210	4,4	32	3,2	3,5	—	—
Harn	900	70	15,0	30	0,0	16,0	—	—
Gemisch beider	779	190	6,0	31	3,0	5,0	14 550	3135
Rind								
Kot	835	146	2,9	19	1,7	1,0	—	—
Harn	938	32	6,0	30	0,0	13,0	—	—
Gemisch beider	868	110	4,0	22	1,3	6,0	31 205	4075
Schaf								
Kot	655	314	6,0	31	3,0	1,5	—	—
Harn	875	80	19,0	45	Sp.	23,0	—	—
Gemisch beider	680	280	9,0	40	4,0	10,0	1 890	485
Schwein								
Kot	815	125	6,5	40	2,5	3,0	—	—
Harn	975	21	3,5	12	1,0	7,5	—	—
Gemisch beider	845	115	5,5	35	1,5	5,0	4 160	750
Gewöhnlicher Stallmist*)**								
Frisch	710	246	4,5	44	2,1	5,2	—	—
Mässig verrottet	750	192	5,0	58	2,6	6,3	—	—
Stark verrottet	790	145	5,8	65	3,0	5,0	—	—
Mistjauche*)	974	16	1,6	10	0,1	5,0	—	—
Frischer Mist von							jährlich gr	
Gänsen	820	140	6,0	40	4,0	4,0	11 470	
Enten***)	566	262	10,0	172	14,0	6,2	8 285	
Hühnern	597	294	11,0	84	5,0	6,0	5 523	
Tauben	620	315	18,0	65	20,0	15,0	2 762	

Die Landwirtschaft bedarf zwar zur Erhaltung und Förderung der Fruchtbarkeit ihrer Felder dieser tierischen Auswurfstoffe auf das dringendste, weshalb sie bestrebt ist, dieselben mehr oder weniger vollständig und sorgsam zu sammeln, aber der Zustand ländlicher Düngerstätten lässt bei uns — und auch anderwärts — noch immer sehr viel zu wünschen übrig und die Düngerpflege zu möglichster Erhaltung der wertvollen Pflanzennährstoffe

*) Nach Ad. Mayer, Düngerlehre, IV. Aufl., 1895. Wo Doppelzahlen gegeben waren, sind die Mittel berechnet. Das Letztere gilt namentlich vom Schwein, dessen Exkremente in ihrer Zusammensetzung, infolge der grossen Verschiedenheit des Futters, innerhalb weiter Grenzen schwanken, wie natürlich auch die Mistjauchen. Für uns dürften die gegebenen Mittelzahlen ausreichen.

**) Nach R. Blasius, Städtereinigung, 1897. Beim Rind beziehen sich die Zahlen, nach Henneberg und Stohmann, auf Erhaltungsfutter bei 500 kg Lebendgewicht, beim Schwein auf 6—8 Monat alte Tiere.

***) Nach E. Wolff, praktische Düngerlehre.

gemeiniglich nicht minder, wie uns ein Blick auf die Rinnsteine der Dörfer und unsere Nase bei Annäherung an die Düngerhaufen der Klein- und Grossbauern, ja auch nicht selten unserer Grossgrundbesitzer lehren.

Für uns kommen wesentlich hier nur die sorgloser Weise zum eigenen Schaden der betreffenden Viehhaltungen zum Ablauf gelangenden Jauchenmassen in Betracht. Sie können namentlich, wenn Regengüsse die unzureichenden Jauchenbehälter zum Ueberlaufen bringen, bei kleinen Wasserläufen ein schädliches Uebermaass erreichen und deshalb müssen wir ihrer gedenken.

In Dörfern, kleinen und mittleren Landstädten ist natürlich der Viehstand ein weitaus höherer als in den modernen Grossstädten. Hier werden im Innern der Städte wesentlich nur Pferde und vielleicht vereinzelt Milchvieh zur Aufstellung gelangen, sowie Schweine und Geflügel gehalten. Die Hauptbestände sind naturgemäss der billigeren Mieten wegen an die Weichbildgrenzen und über diese hinaus verlegt.

R. Blasius*) giebt über die Städte Braunschweig und Helmstedt, deren Einwohnerzahl sich annähernd wie 10 : 1 — 105000 bezw. 11000 Einwohner — verhält, die nachstehende Gegenüberstellung, in welcher er den Stickstoffgehalt als Wertmesser verwendet; danach handelt es sich dort um nachstehende Bestände:

	Braunschweig:		Helmstedt:	
Exkremente von	Anzahl	Darin kg Stickstoff	Anzahl	Darin kg Stickst.
Pferden . . .	3 384	111 164,0	499	16 392,1
Rindern . . .	575	22 864,0	604	28 218,9
Schweinen . .	1 617	14 755,1	1 580	14 417,5
Schafen . . .	248	5 765,0 (Schafen und Ziegen)	1 604	14 614,3 (Schafen und Ziegen)
Ziegen	752		306	
Tauben ca . .	10 000	1 105,0	in ähnlichem Verhältnis wie bei Braunschweig	239,4 (Tauben bis Gänse)
Hühnern ca. . .	5 000	1 021,7		
Enten ca . . .	300	17,4		
Gänsen ca. . .	21	1,3		
	Summa	156 693,5 kg	Summa	73 882,2kg.

Aus den Einwohnerzahlen berechnet R. Blasius als Summe der in den menschlichen Ausleerungen der beiden Städte enthaltenen Stickstoffmengen 632625 bezw. 67480 kg und damit entfällt auf das kg von der Einwohnerschaft in ihren Auswürfen gelieferten Stickstoffes 262 gr bezw. 1090 kg tierischer Stickstoff, ein drastisches Beispiel der Verschiebung der betreffenden Werte für die menschlichen und tierischen Städtebewohner.

Dank dem Düngerbedürfnis z. B. auch für die Gartenanlagen und Gärtnereien der Grossstädte, welche die thunlichst verlustlose Abfuhr der tierischen Exkremente wünschenswert machen, und der aufsaugenden Wirkungen der Einstreu, die diese auch gestatten, wird die Anteilnahme der tierischen Entleerungen bei der möglichen Verunreinigung unserer Wasserläufe durch grössere Städte noch wesentlich geringer.

---

*) Städtereinigung, p. 20.

In den kanalisierten Städten werden wir direkt aus den Stallungen nur unbedeutende Anteile der tierischen Entleerungen, die wesentlich als harnhaltige Jauchen in die Kanäle abfliessen, an der Bereicherung der Kanaljauchen teilnehmen sehen, sowie die etwa den Strassenwässern grosser Städte gleichkommenden Stall-Waschwässer.

Einen bedeutsamen Einfluss üben die ausserhalb der Stallungen, auf den Strassen entleerten Absonderungen aus, namentlich wenn die Strassenspülung oder Regengüsse sie zum Eintritt in die Kanäle bringen.

Die Strassenabwässer der Grossstädte verdanken in erster Linie den tierischen Entleerungen ihre möglichen schädigenden Wirkungen. Wir werden sie anzusprechen haben als mehr oder weniger verdünnte Aufschwemmungen der Auswurfstoffe vornehmlich der Pferde, denen sich in kleineren Städten auch die verschleppten Fäkalien und Harnentleerungen anderer Haustiere anschliessen.

Ueber die chemische Zusammensetzung solcher Strassenwässer bietet die Litteratur nur eine recht spärliche Ausbeute. Gewisse Anhaltepunkte für die Beurteilung ihrer Zusammensetzung liefern die weiter unten folgenden Daten über die Zusammensetzung von Strassenkehricht. Ausserdem besitzen wir Analysen von Pariser Strassenwässern, welche Durand-Clay mitteilt, die hier ihre Stelle finden mögen:

Pariser Strassenwässer, unmittelbar vor der Strassenspülung und aus den Hauptsammlern.*)

mg im Liter Herkunft aus	Org.-Substanzen		Stickstoff			
	gesamt	gelöste	gesamt	organisch	Ammon	Salpeter
kanalisierten Strassen . . .	827 000	50 300	32 500	20 000	19 540	2 400
nicht kanalisierten Strassen .	801 900	83 200	56 800	34 650	37 530	3 100
den Hauptsammlern; Mittel**)	85 100	17 100	14 400	8 580	6 720	2 300

In kleineren Orten bis zu den mittleren, nicht kanalisirten Städten haben wir den Strassengewässern direkt als beigemischt anzufügen:

Die Küchen- und Hausabwässer, welche die Hygiene in ihrer Schädlichkeit sogar den Fäkaljauchen an die Seite, ja voranzustellen geneigt ist. Vergl. auch pag. 159. Sie zeigen bei der bakteriologischen Prüfung begreiflicherweise Unsummen anwesender Bakterienkeime und damit die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit gelegentlicher Anwesenheit von Krankheitserregern. Es gelang auch, den Nachweis des Vorkommens solcher Krankheitserreger zu führen.*) Fischereilich haben wir dieselben ihrer Bakteriengehalte wegen, soweit unsere Erfahrungen reichen und gestützt auf J. Frenzel's Versuche an Fischen in Wasser, welches Cholerabazillen enthielt, direkt kaum zu fürchten. Den Krebsen gegenüber scheint die Frage bedenklicher zu liegen. Vergl. pag. 169.

*) Durand-Clay, Bericht über den internationalen Kongress für Hygiene etc. Wien 1887, Heft IV, nach F. W. Büsing, Die Kanalisation, p. 131.

**) Clichy und St. Denis. Hier kommen also die verdünnenden Einflüsse des Regenwassers in Betracht.

Wegen ihrer Gehalte an fäulnisfähigen Substanzen und den dabei auftretenden Stoffwechselprodukten, unter denen vom Zerfall der Eiweisskörper herrührend der Schwefelwasserstoff eine besondere Rolle spielt und wegen der sauerstoffverzehrenden Wirkungen derartiger Wässer erschien die Frage nach ihrer chemischen Zusammensetzung berechtigt.

Ueberraschender Weise waren solche Daten in der Litteratur nicht zu finden.

Wir haben deshalb geglaubt, diesem Mangel abhelfen zu sollen und danken es dem liebenswürdigen Entgegenkommen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft, dass die nachstehenden im eigenen Haushalt gesammelten Abwässer in der Versuchsstation der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft mit den im Folgenden niedergelegten Resultaten untersucht werden konnten.

mg im Liter	Küchen- und Hausabwässer.*)								
	1	2	3	4	5	Mittel 1—5	6	7	8
Sinkstoffe	1915	3605	1507	1802	2450	2258	2242	318	220
darin Organisches	1729	3395	1268	1478	1996	1973	1977	195	193
Gesamtabdampfrückstand	3469	8807	5011	4626	7905	5964	4379	855	541
darin Organisches	2120	5748	2844	2844	3828	3477	2993	272	296
Stickstoff	61	130	101	82	187	112	71	11	10
Phosphorsäure	34	58	44	33	71	48	4	2	1
Fett	566	1640	567	811	1053	927	743	-	146

No. 1—5. Küchenspül- und Kochwässer von einem Hausstande von derzeit 5 Erwachsenen und 2 Kindern (10- und 12jährig); bei 1 und 5 je 2 erwachsene Gäste. Die Mahlzeiten bestanden für 1—4 aus Suppe, Fleisch bezw. Braten, Gemüse und Kartoffeln, Compot, Früchten (Birnen, Pflaumen, Trauben), für No. 5 aus demselben zuzüglich Fisch und süsser Speise (Reis). Die Menge der Spülwässer, unter Schätzung der nicht gemessenen Anteile, betrug insgesamt für 7 Personen pro Tag 60,8 L. (36—48 gemessen) und auf den Kopf und Tag, die Gäste eingerechnet, 7,8 Liter.

No. 6. Wäschewasser (Waschwasser 199,5 L. und erstes Spülwasser 233 L. gemischt) von 48 Kg Wäsche (Leib-, Tisch-, Küchen- und Bettwäsche gemischt).

No. 7. Aufziehwasser von 3 Schlafzimmern, belegt mit 3 Erwachsenen und 2 Kindern mit etwa 65 qm aufgezogener Fläche gemischt 23 L.

No. 8. Waschwasser von der Morgenreinigung von 5 Erwachsenen (3 Dienstboten) und 2 Kindern zusammen 19,1 L., pro Kopf gebraucht 2,7 L.

An Küchenabfall (Gemüsereste, Kartoffel- und Obstschalen etc. und Knochen), auf den hier nicht näher eingegangen werden soll, wurden gesammelt im Mittel pro Tag 1650 und pro Kopf, wieder die Gäste eingeschlossen,

*) Vergl. R. **Blasius**, Städtereinigung p. 27.

*) Im eigenen Haushalt gesammelt. Vergl. C. Weigelt, Kleine Beiträge zur Abwasserfrage, Technisches Gemeindeblatt 1899, Nr. 18, Analytiker Dr. A. **Pritzkow**.

211.5 gr ausschliesslich 831 gr grobe Knochen mit 573,5 gr Trockensubstanz für die 5 Versuchstage. In No. 5 befinden sich Hühnerknochen und Fischgräten unter dem Gesamtabfall.

In den sonstigen Abwässern 6—8 wurden auch die vorhandenen Bakterien-Keime gezählt und gefunden in 6) etwa 8 000 000, in 7) 1 400 000 und in 8 2400000 Keime im cc. Das ergiebt im Gramm Wäsche 63,5 Millionen auf den □cm aufgezogenen Fussbodens 50 000 und etwa auf den □cm gewaschener Körperoberfläche zu 0.5 □m pro Kopf geschätzt, 1.3 Millionen Keime.

Strassenkehricht setzt sich zusammen aus den unter dem Einfluss der Räder und Hufe abgesprengten und abgeriebenen Teilen der Pflasterung bezw. der Strassenbaumaterialien, den durch den menschlichen Verkehr in die Strassen getragenen Schmutzstoffen und Abfällen, sowie den Auswurfstoffen der Zugtiere und sonstiger tierischer Strassenpassanten einschliesslich der Reste von der Hausmüllabfuhr. Seine Menge ist natürlich sehr wechselnd. Th. Weyl schätzt sie für deutsche Grossstädte auf 180 bis 230 kg pro Kopf und Jahr, Richter auf 90—200 Liter.

Wir dürfen wegen der wechselvollen Umstände, welchen diese Massen ihre Entstehung verdanken, sehr verschiedene chemische Zusammensetzungen erwarten, wie nachstehende Analysen bestätigen.

Bei ihrem nicht unbeträchtlichen landwirtschaftlichen Werte dürfte die Hauptmenge durch Sammlung Verwertung finden, also für unsere Zwecke ausscheiden. Bei Regengüssen gelangen indes die leicht abschwemmbaren d. h. gerade die für die Wasserläufe unter Umständen schädlichen fäulnisfähigen Anteile in die Gewässer. Wir müssen ihrer deshalb hier des Näheren gedenken.

du Menil*) und Muntz und Girard**) untersuchten Brüsseler bezw. Pariser Strassenkehricht bezw. Kot mit nachstehendem Resultat, dem ich noch 4 Analysen solchen Materials anfüge, welche J. H. Vogel***) mitteilt:

gr pro kg	Asche	Org. Substanz	Stickstoff	Phosphors.	Kali	Kalk
1. Brüssel	771	229	3,9	6,0	3,1	31,7
2. Paris	516	181	4,3	5,2	5,6	32,6
3. Schmiegel b. Posen	883	117	4,3	6,9	1,2	8,1
4. Dresden (Syenit) .	547	125	2,9	3,0	2,1	12,6
5. Dresden (Asphalt)	350	131	2,4	3,6	2,2	9,5
6. Berlin (Asphalt) .	377	224	4,8	4,5	3,7	18,9

Von vorstehenden Analysen beziehen sich nur die für Brüssel und Schmiegel auf Trockensubstanz, wie die Zahlen für Asche + Organische Substanz = 1000 ergeben. Die anderen waren, wie eine entsprechende Rechnung ergiebt, mehr oder weniger wasserhaltig. No. 3 stammt von

*) Annales d'hygiène publique. 1884. 305.

**) Revue d'hygiène et de la police sanitaire. 1890. 609. G. Drouineaud, welcher die Zahlen mitteilt, unterscheidet zwischen frischem (la gadoue verte) und gelagertem älterem Kehricht (la gadoue noire). Obige Zahlen beziehen sich auf Ersteres; das Letztere interessiert uns nicht.

***) Die Verwertung städtischer Abfallstoffe, pag. 463.

einer mit Granit gepflasterten Chaussee, entnommen im Frühjahr nach dem Auftauen des Schnees (Analytiker Peters). No. 4 und 5 analysirte die Versuchsstation Pommritz, No. 6 Th. Pfeiffer-Jena.

Wir haben oben hervorgehoben, dass bei den Hygienikern die Strassen- und besonders die Hausabwässer für hervorragend bedenklich gehalten werden. Man wird annehmen dürfen, dass dieselben, die wir als Aufschwemmungen des Strassenkehrichts, in kleineren Ortschaften unter Hinzutritt der Ausflüsse aus Küche und Haus, auffassen müssen, diesen Verdacht dem Umstande danken, dass der Strassenschmutz thatsächlich überaus keimreich befunden wurde und aus den Häusern pathogene Keime kommen können.

So ermittelte in dem allerdings sprichwörtlich schmutzigen Neapel in dessen Strassenkot Manfredi:*)

	Keime in 1 gr frischem Strassenschmutz	Keime in 1 gr frischem Menschenkot	Keime in 1 cc Kanaljauche
Höchstens .	6 668 000 000	2 300 000 000	38 000 000
Mindestens .	910 000	25 000 000	10 500
Mittel . .	716 521 000	381 000 000	544 524

In München war der Schmutz nicht so schlimm, da er im Juli 1889 nur enthielt pro gr:

am Frauenplatz	8 000	Keime,
in der Schwanthalerstrasse . . .	186 000	,,
in der Herzog Wilhelmstrasse . .	1 183 000	,,
in der Theatinerstrasse	12 840 000	,,

Trotzdem müssen wir, auch mit Rücksicht auf andere Befunde, mit Keimzahlen zwischen 0,5 bis 10 Millionen im gr rechnen.

Marktkehricht. Dieses kommt für uns wenig in Betracht, da es wohl überall abgefahren und verwertet wird. Schlimmer dürften die Marktreinigungswässer sein, welche den zurückgebliebenen Abraum wenigstens in kleineren Städten dem Wasser nicht selten direkt zuführen.

Ueber die Mengenverhältnisse des Marktkehrichts wissen wir sehr wenig Bestimmtes; erfreulicherweise können wir wenigstens über die in den Berliner Markthallen abfallenden Mengen sorgfältige amtliche Schätzungswerte anfügen.**)

Die Berliner Markthallen liefern im Mittel pro Tag:

No. der Halle .	Central I	II	III	IV	V	VI	VII
Abfall in cbm .	8***)	6†	2,5	3	2	2	2,75†

VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
2,75†	3†	1	1,5	****)	2	3,5

Sämtliche Markthallen hatten das Material als Papier-, Gemüse-, Obst-, Blumen-Abfall nebst Fleisch-, Wild-, Fisch- und Räucherwaaren-Resten charakterisiert, ohne nähere Daten für die einzelnen Bestandteile. Bei den

*) Nach R. Blasius, Städtereinigung, pag. 27.

**) Nach Erhebungen von Beginn des Jahres 1899, welche wir der Güte des Herrn Polizeidirektors L. Maurer danken.

***) Mit 80 Meterzentnern angegeben.

****) Geschlossen.

Hallen II, III, IV und V war entsprechend für die tierischen Abfälle angegeben 0,5, 0,5, 0,5, 0,2 cbm mit dem weiteren Anfügen, dass hierunter nur die kleineren Abfälle zu verstehen wären, grössere und verdorbene Konserven etc. verfielen der Abdeckerei.

Die mit einem Kreuz bezeichneten Markthallen hatten mittlere Sommer- und Winterziffern angegeben, woraus wir die Jahresmittel berechneten. Uebereinstimmend lauteten die Angaben: in den Wintermonaten die Hälfte, — wohl wegen starker Verminderung des sperrigen Gemüse- und Pflanzenabfalls.

Das ergäbe für Berlin in 24 Stunden 40 cbm. Nehmen wir den cbm zu 10 Metercentnern an, wobei wir nicht wesentlich fehlgehen werden, so ergäbe das 400 pro Tag und etwa 120 000 Doppelzentner im Jahr unter Berücksichtigung der Feste und Feiertage oder 7,5 kg jährlich auf den Kopf der Bevölkerung.

Hauskehricht. Die Müllbeseitigung bildet eine schwere Sorge der Grossstadt: und zwar nicht nur die Abfuhr, sondern auch die Beschaffung der Ablagerungsstätten. Der Müllkasten empfängt alles Abgängige in buntestem Gemisch, meist einschliesslich der Aschenreste und des festen Küchenabfalls. In Kleinstädten und Dörfern wird ein nicht unbeträchtlicher Teil, soweit er nicht bei Düngerbedarf des betreffenden Hauses auf den Düngerhaufen oder in die Düngergrube gelangt, wenn irgend möglich dem Wasser anvertraut. Dorfteiche und Bäche wissen davon zu erzählen. Fischereilich kann dadurch wohl gesündigt werden durch Verschüttung und Unbrauchbarmachen der Laichstellen, durch Ansammlung fäulnisfähiger Substanzen etc., wenn auch die direkten fischereilichen Schäden nicht sehr beträchtlich sind.

Wie vielseitig und teilweise sogar wertvoll sich die Zusammensetzung dieser Abfälle gestaltet, dafür möge die nachstehende Zusammensetzung Amsterdamer Hausabfalls Zeugnis ablegen.*)

Amsterdamer Hauskehricht.

Vom 1. I. bis 15. VI. 1890 wurden ausgelesen	Menge kg	Vom 1. I. bis 15. VI. 1890 wurden ausgelesen	Menge kg
Papier	288 485	Taue, Stricke	3 250
Teppiche	36 290	Pferdehaar	72
Wollene Gewebe	1 315	Pelzwerk	4 823
Tuch	1 995	Schuhe	28 590
Gestrickte Wolle	5 550	Gummischuhe	157
Wolle aus Decken	1 804	Knochen	14 600
Halbwolle	7 134	Glas	218 800
Watte	450	Eisen	39 000
Grobe Kleiderstoffe	4 000	Metallguss	85
Blaues Gewebe	4 760	Kupfer	860
Jutegewebe	13 800	Zink	2 010
Wäsche (Leinen)	11 600	Blei	320
Scheuerlappen	6 575	Zinn	210
Putzlappen	27 515	Marmorschutt	1 000

*) J. H. Vogel, Die Verwertung der städt. Abfallstoffe, pag. 450.

Der Verkauf der vorstehend aufgeführten Materialien, deren Verzeichnis wir übrigens zusammenzogen. es wurden z. B. verschiedene Teppich- und Glassorten getrennt aufgeführt, ergab einen Erlös von 35 125,10 Mk.

Bei uns enthalten die Müllkästen bekanntlich auch die Aschen- und Brennholzreste nebst Gemüseabfall.

Aus Untersuchungen von J. H. Vogel entnehmen wir die nachstehenden Daten über

Deutschen Hausmüll.

Hausmüll enthielt kg in 1000 kg in	Ungetrocknet		Feinmüll			Sperrstoffe			Insgesammt		
	Sperrstoffe	Feinmüll	Wasser	Verbrennl.	Unverbrennl.	Wasser	Verbrennl.	Unverbrennl.	Wasser	Verbrennl.	Unverbrennl.
Köln 1 . .	490,5	509,5	45,7	59,9	403,9	149.4	140,2	200,9	195,1	200,1	604,8
„ 2 . .	241,8	758,2	116,5	94,7	547,0	76,4	38,6	126,8	192,9	130,3	673,8
„ 3 . .	416,8	583,2	19,7	124,9	436.8	17,9	132,7	266,2	37,6	257,6	704.8
Hamburg .	455,8	544,2	83,1	147,2	313,9	62,2	114,8	278,8	145,3	262,0	592,7
Berlin*) . .	—	—	—	—	—	—	—	—	227,5	173,0	600,5
Mittel**) .	397.8	602,2	71,6	129,2	401,4	70,9	123,5	203,4	156,4	225,0	618,6

Auch für die nähere Zusammensetzung der Sperrstoffe wollen wir nach derselben Quelle noch das Nachstehende anfügen:

Die Auslese ergab ungetrocknet kg in 1000 kg	1. Köln 1. 7. 95	2. Köln 2. 8. 95	3. Köln 29. 8. 95	Hamburg 25. 9. 95	Mittel***
Schoten, Kartoffelschalen, Gemüse- und Brotreste . . .	260,5	51,8	57,9	86,5	94,3
Knochen und Fischgräten . .	13,4	0,6	11,3	2,5	12,4
Eierschalen	4,1	1,7	0,7	0,0	1,9
Papier und Pappe	7,8	1,7	21,2	13,7	20,2
Stroh, Heu, Blätter	28,5	125,4	13,8	12,9	44,2
Lumpen, Bindfaden, Watte . .	4,6	0,5	5,4	3,1	9,2
Holz und Korke	6,3	2,3	8,8	6,2	7,0
Kohlen, Koke, Schlacken . .	63,9	33,1	159,8	256,9	133,5
Nägel, Eisen, div. Metallteile .	3,6	3,5	9,0	35,8	12,0
Glas-, Porzellan-, Steingutscherben	15,6	0,2	17,6	38,2	22,3
Steine	87,2	20,9	111,3	—	41,4
Gesamtmenge	495,5	241,7	416,8	455,8	398,4

*) Mittel aus 2 sehr nahe übereinstimmenden Bestimmungen.

**) Mittel aus den 10 Bestimmungen von J. H. Vogel, l. c. pag. 458.

***) Aus 6 Vogel'schen Bestimmungen.

In neuester Zeit haben im Auftrage des Berliner Magistrats*) Erhebungen über die Zusammensetzung des Berliner Hausmülls, welches oben nur sehr mangelhaft berücksichtigt wurde, stattgefunden, behufs Gewinnung von Unterlagen für die etwaige Einführung der Müllverbrennung.

Zu dem Ende wurden in 2 Perioden zwischen dem 19. März und 22. April (a) beziehungsweise dem 20. Juli und 14. August 1895 (b) je 15 Fuhren aus eben so vielen verschiedenen Entnahmestellen, die sich so ziemlich über das gesamte Weichbild erstreckten, ausgesucht und ausgewogen. Die Fuhren fassten im Mittel 2753 (a) bezw. 2546 (b) kg.

Wir geben aus den umfangreichen Tabellen nachstehend für jede Periode die Höchst- und Mindestbefunde der einzelnen Bestandteile nebst dem Mittel je aus den 15 Daten. Das Gesamt-Mittel berechneten wir aus den 30 Einzelbestimmungen. Die Zahlen für weisses und buntes Glas wurden zusammengezogen.

Berliner Hausmüll.

Kg in 1000 kg.		Kohlenteile	Halbverbrannte Kohlen	Papier	Lumpen	Knochen	Holz	Pflanzl. und tier. Reste	Feinmüll	Schlacken	Glas	Eisen	Sonstige Metalle incl. Blechbüchsen	Scherben
Höchstens	a	23,6	32,0	50,8	12,6	7,3	3,8	329,8	611,6	33,2	19,9	3,6	97,1	181,8
	b	5,2	26,4	101.6	31,6	9,2	47,3	462,6	596,7	31,6	25,8	3,1	9,8	216,2
Mindest.	a	0,3	1,4	10,2	4,3	3,7	0,7	252,1	406,8	10,6	6,9	0,6	3,2	23,6
	b	0,6	2,8	37,9	8,3	3,7	1,1	240,5	315 9	1,9	4,2	0.9	2,5	36,0
Mittel	a	3,3	13,6	27,4	8,7	4,9	1,8	296,0	540,3	17,7	11,7	1,9	11,4	61,3
	b	2,1	13,2	59,7	15,7	5,5	6,6	360,7	431,9	11,8	14,0	2,0	4,9	71,9
Ges.-Mittel	.	3,0	13,4	43,5	12,2	5,2	4,2	328,3	486,1	14,7	12,8	1,9	8,1	66,6

In dem Hauskehricht interessiert uns naturgemäss am Meisten der Feinmüll, dessen Zusammensetzung J. H. Vogel**) in Bremer und in Berliner Feinmüll, wovon er den ersteren nach dem Auslesen der gröberen Sperrstoffe fein mahlen liess, den letzteren einem Kehrichthaufen entnahm, welcher bereits 9 Monate gelagert hatte und durch ein 6,5 mm-Sieb 60,2 % Feinmüll lieferte.

Die Analysen ergaben gr im kg:

	Bremer Feinmüll	Berliner Feinmüll
Trockensubstanz	983,8	810,0
Asche	807,4	609,4
Organische Substanz	176,4	200,6
Stickstoff	4,6	3,5

Die Stickstoffgehalte sind so niedrig, dass solche Massen, ausser durch mechanische Verschlammung, für uns nennenswerte Gefahren nicht bieten,

*) Bohm und Grohn. Die Müllverbrennungs-Versuche in Berlin. Bericht an den Magistrat. Berlin 1897.

**) Die Verwertung der städt. Abfallstoffe pag 447 und 454.

Aschen. Nach der Natur der Brennmaterialien sind auch die Aschen chemisch sehr verschieden und vollständig oder nur in ihren Auslaugungsprodukten in die Gewässer gelangt, sehr verschieden schädlich. Die Hölzer haben in ihren verschiedenen Teilen (Stamm, Ast, Zweig, Rinde) sehr verschiedene Aschengehalte. Im Allgemeinen ist das Gestrüpp- (Zweig-) Material am aschenreichsten. Die verschiedenen Gehölzarten zeigen ebenfalls nicht nur abweichende Gehalte, sondern auch dieselbe Holzart giebt nach Standort und Nährstoffgehalt des Bodens absolut wie relativ verschiedene Aschenmengen und -Gehalte

Nachstehend mögen einige Holzaschenanalysen ihre Stelle finden.

Holzasche enthielt gr im kg	Föhre	Fichte	Kiefer	Rotbuche	Linde	Birke
Kali	103,5	61,4	122,3	69,4	0,55	127,2
Natron	39,3	85,4	4,4	3,4		
Kalk	208,4	157,1	562,6	435,0	465,0	438,5
Magnesia	44,3	12,1	84,3	53.9	19,7	25,2
Manganoxydul . . .	55,6	109,1	3,9	Sp.	5,4	29,4
Eisenoxyd	34,1	50,3	6,1	6,2	1,0	2,4
Schwefelsäure . . .	35,2	72.0	10,7	6,2	8,1	3,7
Kieselsäure	82,0	46,8	24,5	21,3	19,7	47,8
Phosphorsäure . . .	30,0	65,0	50,5	75.4	25,1	36.1
Sand	70,0	57,3	—	42,8	—	—

Torfaschen. Die Aschengehalte der verschiedenen Torfe zeigen sehr grosse Schwankungen, im Allgemeinen von 0.5—20 %: sie wechseln nach J. H. Vogel**) mit der fortschreitenden Zersetzung und betragen in der Regel 6—12 %, doch können sie bis 60 % und mehr steigen, wenn sich mineralische Stoffe in grösserer Menge im Moore abgesetzt haben.

Einige Torfaschen - Analysen in ihren wesentlicheren Bestandteilen mögen hier folgen:***)

Torfaschen-Analysen:

1 kg Torfasche enthielt gr	Kali	Kalk	Magnesia	Thonerde	Eisenoxyd	Phosphorsäure	Schwefelsäure	Sand, Thon
Herkunft des Torfes								
Grunewald	4,4	47,2	15,1	39,6	35,1	17,7	11,2	765,6
Harz, leichter	13,3	237,8	156,9	106,9	67,6	55,0	110,6	173,2
Harz, schwerer	6,6	160,6	20,9	166.1	196,0	58,1	101.2	282,7
Linum, schwerster	1,5	481,6	4,4	52,7	180,1	5,3	110.8	27,2
Kolbermoor, Presstorf	7,0	112,0	9,0	284.0	45,0	9,0	26,0	372,0

*) Nach **Muspratt**, Techn. Chemie, 1893, pag. 359.

**) Die Verwertung städt. Abfallstoffe, p. 437.

***) Nach Muspratt, 437—438

Der Torf hat aber nicht nur unser Interesse in Anspruch zu nehmen wegen seiner eventuell aus Unachtsamkeit in die Wasserläufe gelangenden Aschenreste, sondern auch als solcher ist er wegen seiner wasseraufsaugenden Kraft (Torfstreu) für unsere Bestrebungen von der äussersten Bedeutung. Nachstehende Zahlen lehren die Aufsaugefähigkeit trockener Moostorfe.

Deutsche Moostorfe.

Herkunft	Tiefenlage cm	100 kg saugen auf Liter
Burtanger Moor	15—47	990
Reg.-Bez. Osnabrück	112—147	1601
Hellweger Moor	58—86	1335
Reg.-Bez. Stade	31—57	1375
Karolinenhorster Moor	15	1775
Reg.-Bez. Stettin	60	2300
Grosses Moosbruch	0—20	1140
Reg.-Bez. Königsberg	20—100	1610

Es kann hier nicht der Ort sein, auf weitere, nicht minder beachtenswerte Eigenschaften des Torfes einzugehen; wir verweisen auf J. H. Vogel*), der die einschlägigen Fragen in breitester Vollständigkeit behandelt.

Braun- und Steinkohlenaschen. Presskohlenaschen. Die Aschengehalte dieser Brennmaterialien und die näheren Bestandteile der Aschen derselben schwanken in recht weiten Grenzen.

Gute Braunkohlen enthalten 5—15 % Asche, gute Steinkohlen 5—20 %, doch kommen bei Beiden Aschengehalte von 40 % und darüber vor. Solche Kohlen sind dann kaum noch verkäuflich.

Presskohlen werden aus beiden Materialien nach erfolgter Zerkleinerung hergestellt unter Hinzufügen eines meist recht aschenarmen Bindemittels Bei Braunkohlen verwendet man hierzu vorwiegend harz- und paraffinartige Stoffe, bei Steinkohlen Teerpech. Die Presskohlen nähern sich daher in ihren Aschengehalten jenen der betreffenden Rohmaterialien. Neuerdings kommen auch Torf- und Holzbriketts in den Handel, von denen in Bezug auf den Aschengehalt das eben Gesagte gleichfalls gilt.

Für uns sind besonders die Gehalte der Aschen an Eisenoxyd und Schwefelsäure von Bedeutung, insofern aus den Lagerplätzen solcher Aschen unter Umständen durch die Niederschlagswässer ausgelaugte schädliche Verunreinigungen — von der mechanischen Verschlammung abgesehen — entstehen können, wie wir das auch bei den Kiesabbränden — pag. 96 — erwähnt haben.

Die Eisengehalte erreichen bei den Steinkohlenaschen höhere Werte — bis 60 % und darüber — und wiederum pflegen Braunkohlenaschen reicher an Schwefelsäure — bis 30 % und darüber — zu sein.

---

*) Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe, pag. 91 f

Nachdem wir in Vorstehendem die einzelnen Materialien kennen gelernt haben, welche, als Auswurfstoffe aus menschlichen Wohnstätten aufgefasst, mehr oder weniger zu einer Verunreinigung unserer Wasserläufe führen können, muss hier nochmals hervorgehoben werden, dass bei der Städtereinigung die menschlichen Absonderungen am schwersten ins Gewicht fallen und zwar vorzugsweise in den Grossstädten.

Wir erwähnten bereits, dass für deren Beseitigung und Fortschaffung aus dem Weichbilde der Grossstädte das Schwemmsystem, welches die Auswurfstoffe verdünnt und in Kanälen fortleitet, hygienisch zu besonderen Bedenken keinen Anlass gegeben habe. Die dabei entstehenden Jauchen enthalten indess gewöhnlich nicht nur die menschlichen Auswurfstoffe, sondern grössere oder geringere Anteile all der Stoffe, die wir oben kennen lernten, einschliesslich der etwaigen Auswürfe, welche Industrie und Gewerbe der Stadtbewohner aus ihren Heimstätten zu entfernen trachten müssen.

Da nun aber die kanalisierten Städte ihre Jauchen nicht unmittelbar in die Wasserläufe schicken dürfen, ohne in den meisten Fällen nicht nur der Fischerei die schwersten Nachteile zu bringen, so hat man, wie wir des näheren noch weiter unten sehen werden, versuchen müssen, diese Abwässer zu reinigen.

Ohne auf die Methoden der einzelnen Reinigungsverfahren einzugehen, wollen wir doch an dieser Stelle bereits der chemischen Zusammensetzung der Wässer der Städtereinigung, wie sie nach der Reinigung sich uns darstellen, gedenken, unter dem Hinweis auf den späteren Abschnitt, welcher einer kurzen Beschreibung der einzelnen Verfahren und ihrer Wirksamkeit gewidmet sein wird. Vergl. pag. 171.

Hier interessieren uns zwar nur die in den gereinigten Spüljauchen wirklich zum Ablauf gelangenden Stoffe. Zur Beurteilung des Reinigungseffektes ist es aber unerlässlich, ungereinigte und gereinigte Jauchen einander gegenüberzustellen. Die Werte der gereinigten Abwässer sind als hier in Betracht kommend durch den Druck hervorgehoben.

Gereinigte Abwässer kanalisierter Städte. Einfach geklärte Spüljauchen der Hallenser Universitätskliniken, Laboratoriumsversuch von W. Hübner.*) Je ein Liter Spüljauche wurde 4 Stunden lang — am 2. Mai 1892 — der Ruhe überlassen und dann von dem Bodensatz sorgfältig abgehebert. Vergl. auch die Frankfurter Abwässer, pag. 141.

Die Zahl der Keime, welche in 10 Proben (7 h. Vm.—4 h. Nm.) auch ermittelt wurde, hatte sich zwar in 8 Jauchen vermindert, in zweien dagegen nach Verlauf von 4 Stunden vermehrt und zwar um:

höchstens	mindestens	höchstens	mindestens
— 890 680 = 54,7 %	— 203 584 = 13,3 %	+ 442 446 = 23,8 %	+ 51 096 = 5,0 %

im Mittel — 469 010 = 29,3 %.

*) Ueber Kanalwasserreinigung durch einfaches Sedimentieren ohne fällende Zusätze. Inaug.-Diss. München 1893, p. 12. Die Werte wurden oben auf ganze mg abgerundet.

Sinkstoffe mg im Liter.

Zeit der Probenahme	Vor dem Absetzen	Nach dem Absetzen	Unterschied absolut %	Zeit der Probenahme	Vor dem Absetzen	Nach dem Absetzen	Unterschied absolut %
7 h. Vm. .	224	12	212 = 94,4	1 h. Nm. .	869	30	839 = 96,5
8 „ „ .	429	28	401 = 93,5	2 „ „ .	933	29	904 = 96,9
9 „ „ .	475	20	455 = 95,7	3 „ „ .	862	45	817 = 94,8
10 „ „ .	731	20	711 = 97,2	4 „ „ .	838	35	803 = 95,8
11 „ „ .	444	8	436 = 98,3	5 „ „ .	599	48	550 = 91,9
12 „ M. .	526	28	499 = 94,7	6 „ „ .	633	26	606 = 97,8
				Mittel der 12 Proben	630	28	603 = 95,6

Da gegenwärtig die Stadt Allenstein einfache Kläranlagen eingerichtet hat, so erschienen die mitgeteilten Zahlen beachtenswert Vergl. pag. 201.

Ueber die Allensteiner Abwässer selbst erfahren wir*), dass bis 94 % der suspendierten Stoffe zurückgehalten werden, während die Menge der gelösten keine Veränderung erleidet.

Filtrierte Spüljauchen der Strafanstalt in Plötzensee. Nach der Filtration durch Kies- und Torfgrussfilter mit Kalk versetzt und in Klärbecken freiwillig geklärt. Verfahren F. R. Petri, Analysen von C. Bischoff.**)

mg im Liter	Vor der Reinigung	Nach der Reinigung	mg im Liter	Vor- der Reinigung	Nach der Reinigung
Gesamttrockensubstanz . . .	4492	**364**	Kalk	91	**80**
Unlösliches	4000	—	Magnesia . . . . ,	15	**Sp.**
Löslich darin	402	—	Gesamtstickstoff	59	**16**
Glührückstand	360	**331**	Ammoniakstickstoff . . .	45	**15**
Glühverlust	132	**4**	Phosphorsäure	10	**8**

Der Versuch hat trotz des beachtenswerten Resultates dem Verfahren keinen Eingang verschafft.

Verfahren von F. Eichen***). Vergl. pag. 187 und 199. Die Resultate beziehen sich auf die Versuchsanlage in Pankow. A nach E. Hintz und G. Frank, B nach J. H. Vogel.

mg im Liter	A. Vor der Reinigung	A. Nach der Reinigung	B. Vor der Reinigung	B. Nach der Reinigung
Abdampfrückstand	1241	**1162**	—	—
Glühverlust	186	**91**	—	—
Gesamtstickstoff	142	**71**	228	**89**
Organ. Stickstoff	—	—	59	**18**
Ammoniak-Stickstoff	—	—	169	**70**

Das Verfahren erscheint beachtenswert. Wie es sich anderwärts bewährt hat, konnte nicht in Erfahrung gebracht werden.

*) Nach mündlicher Mitteilung von B. Proskauer.

**) Bericht über Untersuchungen von Spüljauchen vor und nach der Behandlung mit dem Petri'schen Reinigungsverfahren. Berlin 1882.

***) Sonderdruck der Allgemeinen Städtereinigungsgesellschaft m. b. H., Wiesbaden, 1898.

Ungereinigte Spülwässer und daraus gereinigte Abwässer aus Frankfurt a. M.[1]) Vergl. pag. 180 und 201.

mg im Liter	mechan. geklärt			mit Kalk geklärt			mit Kalk und Thonerde geklärt		
	Spüljauche	gereinigte Abwässer	Reinigungs-effekt %	Spüljauche	gereinigte Abwässer	Reinigungs-effekt %	Spüljauche[3])	gereinigte Abwässer[4])	Reinigungs-effekt[5]) %
Gesamtgehalt Sa.	1695	**838**	50	1910	**955**	50	2256	**1019**	43
Glühverlust	960	**400**	42	1360	**432**	31	1476	**378**	27
Gesamtstickstoff	72	**44**	61	111	**72**	67	121	**68**	50
Org. Stickstoff	44	**14**	32	66	**27**	41	63	**12**	20
Ungelöste Stoffe Sa.	864	**155**	17	1490	**119**	8	1298	**158**	16
Glühverlust	644	**92**	14	980	**99**	10	919	**89**	15
Org. Stickstoff	41	**10**	24	55	**4**	7	52	**4**	21
Gelöste Stoffe Sa.	831	**683**	82	420	**836**	200[2])	757	**898**	78
Glührückstand darin	515	**375**	53	40	**503**	1200[2])	364	**582**	65[2])
Thonerde und Eisen	2	**8**	—	24	**7**	—	33	**15**	—
Kalk	138	**121**	—	105	**208**	—	77	**156**	—
Schwefelsäure	155	**120**	—	82	**223**	—	81	**180**	—
Glühverlust darin	316	**308**	94	380	**333**	90	581	**282**	41
Gesamtstickstoff	31	**34**	109[2])	56	**68**	120[2])	63	**58**	57
Org. Stickstoff	2	**4**	150[2])	10	**23**	230[2])	11	**7**	6
Ammoniak	28	**30**	108[2])	46	**45**	100	58	**51**	67

Kanalwasser nach dem Verfahren von Nahnsen-Müller gereinigt; gefällt mit Kalkmilch, Thonerdesulfat und löslicher Kieselsäure (aufgeschlossener Thon oder Abfall von der Alaunfabrikation). Vergl. pag. 185 und 199.

mg im Liter	Dortmund[6])		Ottensen[7])		Halle[8])			
	ungereinigt	gereinigt	ungereinigt	gereinigt	ungereinigt		gereinigt	
					a	b	a	b
Schwebestoffe	470	**82**	661	**19**	482	339	—	—
Darin Organisches	249	**39**	442	**Sp.**	305	225	—	—
Stickstoff	12	**0,3**	24	**0**	—	—	—	—
Gelöst. Trockenrückstand	851	**986**	1817	**1675**	1567	1552	**1749**	**1573**
Darin Organisches	301	**303**	367	**471**	403	315	**225**	**340**
Organ. Stickstoff } Ammon-Stickstoff }	44	**37**	21	**20**	96	45	**63**	**46**
			48	**42**				
Kalk	132	**227**	147	**388**	212	221	**395**	**311**
Phosphorsäure	11	**Sp.**	23	**1**	28	28	**10**	**11**
Schwefelwasserstoff	—	—	—	—	4	3	**0**	**0**

[1]) Nach J. H. Vogel, Verwertung der städtischen Abfallstoffe, pag. 311. — [2]) Zunahme. — [3]) Mittel aus 5 Proben (darunter die beiden vorstehenden). — [4]) Mittel aus 3 Proben. — [5]) Vom Verfasser aus den 3 Werten, die J. H. Vogel angiebt, berechnet. — [6]) Mittel aus 9 Probenahmen nach J. König. — [7]) Mittel aus 3 Probenahmen nach J. König. — [8]) Nach Br. Drenckmann a. (Mittel aus 12 Probenahmen) mit Abortinhalt, b. (Mittel aus 3 Probenahmen) ohne Abortinhalt.

Abwässer beim Röckner-Rothe-Verfahren mit Klärung durch Kalk und Thonerdesalze. Vergl. pag. 188.

Die Untersuchungen führten für die Potsdamer Versuchs-Anlage B. Proskauer und E. Nocht*) aus und zwar an (A) am 30. Oktober und (B) 4. Dezember 1889 geschöpften Wasserproben.

Herkunft	Nicht dekantierte						Dekantierte Flüssigkeiten							Keim-
mg im Liter	Abdampf-rückstand	Glüh-rückstand	Glüh-verlust	Kalk	Gesamt-stickstoff	Ammon-stickstoff	Abdampf-rückstand	Glüh-rückstand	Glüh-verlust	Kalk	Gesamt-stickstoff	Ammon-stickstoff	$K\,Mn\,O_4$	zahlen
A. 1	1982	1389	593	74	221	—	1839	1307	531	62	204	110,3	414	257 000 000
2	4698	3144	1554	656	224	88	1867	1494	373	177	196	82,9	364	340 000
3	—	—	—	—	—	—	**1586**	**1196**	**389**	**105**	**196**	**92,4**	**251**	**3000**
4	—	—	—	—	—	—	240	174	66	30	5	0,3	26	3000
5	—	—	—	—	—	—	252	190	67	32	4	Sp.	21	1500
B. I	2989	1652	1337	91	262	176	2202	1539	663	69	225	163,5	1063	160 000 000
Ia	5590	2334	3256	190	355	78	2271	1452	819	180	262	66,0	975	108 000 000
II	11150	7830	3320	1451	348	147	3402	2963	438	1065	173	141,4	605	577 000 bis 117 000
III	—	—	—	—	—	—	**1731**	**1402**	**328**	**188**	**186**	**124,8**	**454**	**4450**
IV	—	—	—	—	—	—	204	159	45	45	9	0,6	46	7000
V	—	—	—	—	—	—	201	166	35	45	8	0,6	45	6500
VI	—	—	—	—	—	—	202	160	42	49	9	0,6	47	188

Die Proben 1, I und Ia Original-Spüljauchen. I wurde zu Beginn des Pumpens, Ia gegen Ende desselben erhoben.

2 und II mit Chemikalien versetzte Jauchen.

3 und III geklärte Jauche vor Eintritt in die Havel.

4 und IV Havelwasser 10 m stromab vom Auslauf geschöpft.

5 und V Havelwasser aus der Flussmitte im Strom der einlaufenden Abwässer.

VI. Havelwasser 100 Meter oberhalb des Einlaufes. Flussmitte.

Abwässer beim Röckner-Rothe-Verfahren, kombiniert mit P. Degeners Kohlebrei-Verfahren, d. h. einer Klärung nach Zusatz von Kohlebrei (Torf- oder Braunkohlenpulver) und Eisensulfatlösung. Ausnahmsweise wurde hier — was jetzt nicht mehr geschieht — mit Aetzkalk nachgeklärt. a) Untersucht von einer Kommission der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft infolge eines für die Kölner Ausstellung des Jahres 1895 erlassenen Preisausschreibens. b) Untersucht von B. Proskauer und M. Elsner am 25. März 1898. Geklärt mit 1 kg Kohle und 0,17 kg Eisensulfat pro cbm bei regnerischem Wetter. — Vergl. pag. 190 —.

Beide Untersuchungen beziehen sich auf Potsdamer Spüljauche.

*) Zeitschrift für Hygiene, X 1891, pag. 111.

mg im Liter	Rohe Spüljauche a*)	b	Gereinigte Spüljauche a**)	b	Mit Kalk nachgeklärt a.
Trockensubstanz . . .	1249	1210	1502	1445	1654
Organische Substanz . .	352	422	197	285	178
Gesamtstickstoff	215	98	132	84	118
Ammoniakstickstoff . . .	111	70	111	74	97
Phosphorsäure	28	—	4	—	0

Die Kommission berechnete hiernach als Erfolg des Kohlebreiverfahrens den Verlust an organischer Substanz mit 79,8 % und jenen an Gesamtstickstoff mit 38,3 %. Die Nachklärung hatte wesentlich nur den Erfolg, den Ammoniakstiffstoff durch Entweichen in die Luft zu vermindern.

Das Ferrozone-Polarite-System. Hempels Blausteinverfahren. Spüljauchen-Reinigung durch Klärung ohne Kalk mit Thonerdesulfat (Hendon) beziehungsweise diesem Salz (60 %). gemischt mit Eisenoxydsalzen (40 %). Die geklärte Jauche wird dann durch ein Gemenge von Sand und Polarite filtriert. Vergl. pag. 200.

Nur für Hendon liessen sich Zahlen über die Rohjauchen finden.

mg im Liter	Spüljauchen aus Hendon ungereinigt	Hendon gereinigt		Acton	Royton	Mittel†)
Abdampfrückstand . .	6740	945		—	—	—
Glührückstand	2810	780		—	—	—
Glühverlust	3930	165		—	—	—
Gesamtstickstoff . . .	359	60	35	19	37	30

Ueber die Zusammensetzung der eigenartigen Filtermaterialien Polarite und Ferrozone berichtet Röchling:††)

Ferrozone:

Schwefels. Eisen-Anhydrit .	24,4 %
Thonerdesulfat-Anhydrit .	3,2 „
andere nicht bestimmte Substanzen	7,7 „
Kohlenstoff	0,8 „
in Wasser Unlösliches . .	43,1 „
Wasser	20,8 „

Polarite:

Magnetisches Eisenoxyd .	19,2 %
Eisenoxyd	53,9 „
Eisenoxydul	7,2 „
Kalk	1,4 „
Kieselerde	15,1 „
Kohlenstoff	1,8 „
Wasser	1,4 „

*) Untersucht in Berlin. Der Wert für Gesamtsticksoff ist eine Mittelzahl aus den Untersuchungen von Stutzer-Bonn, Pfeiffer-Jena und Haefcke-Berlin.

**) Mittelzahlen aus den Untersuchungen der drei genannten Laboratorien, ebenso die nächste Zahlenreihe a.

†) Aus den 3 letzteren Stickstoffwerten. Bestimmungen von J. H. Vogel ohne Angabe der Entnahmezeit. Die beiden ersten Proben aus Hendon wurden auf Veranlassung von J. H. Vogel im Mai 1893 dort entnommen und von Th. Pfeiffer-Jena untersucht.

††) Gesundheitsingenieur, 1892, No. 18.

Diese Substanzen sind grauschwarze, poröse Massen — ebenso wie der ihnen nachgebildete Hempelsche Blaustein — welche einen leichten Durchgang des Wassers durch die Poren gestatten.

Amsterdamer Jauchen, nach dem Liernur-Verfahren in die Klärstation gesaugt, mit Kalk geklärt und durch Abdestilliren des Ammoniaks der geklärten Flüssigkeit nach Feldmann weiter gereinigt, sämtlich am 26. und 27. Juli 1892 entnommen. Vergl. pag. 204.

mg im Liter	Liernur-Jauchen*) höchstens	mindestens	Mittel	Dieselben gereinigt**)
Trockensubstanz . . .	40230	11580	25782	7110
Asche	13190	6350	9738	5290
Organische Substanz .	27040	5230	16044	1820
Gesamtstickstoff . . .	4040	2670	3482	128
Organischer Stickstoff .	1940	520	1372	93
Ammonstickstoff . . .	2280	1920	2110	35
Kali	2420	1310	1872	1200
Kalk	5410	880	2835	605
Phosphorsäure	2900	630	1750	Sp.

Spülwässer und Rieseldrainwässer.†)

mg im Liter	Berliner Spüljauche aus Schieber 18 2. 1. 93.	Osdorfer Drainwässer. Entwässerung 9. 6. 92.	Beetanlagen Mittel††)	Wiesenwässer Mittel††)	Breslauer†††) Spüljauche	Drainwasser
Trockenrückstand . .	1333	1134	1037	1087	1093	547
Glührückstand . . .	958	1024	892	957	605	454
Glühverlust	375	110	142	128	488	93
Ammoniak	210	10	5	5	91	3
Salpetrige Säure . . .	—	6	10	5	—	—
Salpetersäure	—	111	155	124	—	17
Phosphorsäure . . .	36	3	17	3	—	—
Chlor	413	251	238	269	115	108
$K Mn O_4$ Verbr. . . .	75,0	4,5	4,4	4,9	18,7	2,7

*) Aus 4 Analysen Mittel nach dem Original berechnet. J. H. Vogel, Verwertung städtischer Abfallstoffe, pag. 406.

**) Mittel aus 2 Analysen von Abwässern aus den Feldmann'schen Apparaten, ebenda.

†) J. H. Vogel, Die Verwertung der städtischen Abfallstoffe, p. 284. Analysen von E. Salkowsky-Berlin und B. Fischer-Breslau.

††) Mittel aus je 3 Analysen. Wässer geschöpft bezw. 15. 6., 14. 7., 15. 10. und 28. 10., 1. 11., 1. 12. 1892.

†††) Mittel aus je 12 Spüljauchen und Drainwasseranalysen aus dem Hauptentwässerungsgraben, allmonatlich zwischen 11. 4. 1893 — 15. 3. 1894 entnommen. Die Daten für die in den Berliner Wässern nicht bestimmten Bestandteile wurden hier weggelassen, weil für den Vergleich nicht verwendbar.

V. Schwedersches*) Faulverfahren. — Vergl. pag. 206.

mg im Liter	Gross-Lichterfelder Versuchs-Anlage			Landeck O.-S.		Rotherstift	Flinsberg
	Durchschnittsjauche	Drainwasser *)	aus dem Fischteich	Rohjauche	gereinigt	gereinigt	gereinigt
Tag der Entnahme . . .	16. 7. 98	17. 7. 98	17. 7. 98	3. 10. 98	3. 10. 98	6. 5. 99	23. 9. 99
Gesamttrockensubstanz .	6245	1163	1115	745	930	826	218
Darin Organisches . . .	3305	512	505	275**)	470	192	68**)
Organ. Stickstoff	24	—	—	10	0,9	0,2	0,05
Ammoniak-Stickstoff . .	62	0	0	113	6	8	0,1
Salpeter-Stickstoff . . .	7	66	59	11	64	42	34
Kalk	550	235	105	120	215	184	175
Phosphorsäure	52	0	0	—	—	—	—

Massenwohnungen für Menschen und Tiere. Oeffentliche Bedürfnis-Anstalten. Es erschien angezeigt, die Auswürfe der vorstehend aufgeführten Quellen etwaiger Flussverunreinigung von der Städtereinigung zu trennen beziehungsweise ihrer besonders zu gedenken. So wenig sie sich im Allgemeinen in Bezug auf ihre Auswurfstoffe selbst von dem bei der Städtereinigung behandelten unterscheiden, so kommt hier doch gerade fischereilich ein ganz neues, bedenkliches Moment in Frage, welches wir bisher nicht berührten: Die Desinfektionsmittel.

Bei Kasernen, Schulen, Krankenhäusern und ähnlichen dauernd oder zeitweilig bewohnten menschlichen Massenheimstätten ebenso wie bei grossen Stallungen, seien sie nun Gaststallungen oder dauernde Wohnungen vielköpfiger Herden, tritt bei Erkrankungen einzelner Individuen an infektiösen Krankheiten die Notwendigkeit hervor, zur Verhütung der Weiterverbreitung der Krankheit die Entleerungen — wie auch die Wohnstätten selbst — zu desinfizieren. Während fischereilich die hier in Betracht

---

*) Nach V. Schweder, Die Gross-Lichterfelder Versuchsanlage zur Reinigung städtischer Abwässer, Leipzig 1899.

Die Zahlen für Gross-Lichterfelde und Landeck stammen von J. König-Münster jene vom Rotherstift in Gross-Lichterfelde und von Flinsberg von O. Kröhnke-Hamburg.

Die Analysen wurden durchaus in Münster und Hamburg ausgeführt, d. h. mindestens 2—3 Tage nach der Entnahme! Es liegt auf der Hand, dass derartig faulende Jauchen unmittelbar oder doch mindestens wenige Stunden nach der Entnahme untersucht oder vor dem Versande konserviert werden müssen, will man sich an ihnen über Wert oder Unwert eines Reinigungsverfahrens unterrichten. Dass durch diese Konservierung die Möglichkeit der Vornahme mancher der üblichen Bestimmungen ausgeschlossen wird, ist nicht zu leugnen, aber lieber doch keine Bestimmung als eine bewusst falsche! Es erscheint schier unglaublich, dass J. König in einem in der Schwederschen Schrift zum Abdruck gelangten Briefe vom 29. Juli 1898 bemerkt: „Leider war die Durchschnittsjauche vom 15. Juli fast vollständig ausgelaufen; es wird wohl am Besten sein, für die Zukunft, die Flaschen mit Rohjauche und gefaulter Jauche mit Befestigungsmitteln zu umgeben, weil die starke Fäulnis die Korken leicht herausschleudert.“ Es fehlte nur, dass in solchen Jauchen auch noch die Keimzahlen bestimmt würden!

Liegt denn nicht Berlin nahe genug bei Lichterfelde? Dort giebts doch Chemiker in Hülle und Fülle, so dass der grobe Unfug einer derartigen Versendung vermieden werden könnte!

**) Nur gelöste organische Substanz.

kommenden Infektionskrankheiten, soweit unsere bisherigen Erfahrungen reichen, zu besonderen Besorgnissen keinen Anlass geben, bieten die Desinfektionsmittel meist schwere Gefahren, sofern sie im Uebermaass, und dies Uebermaass ist leider leicht zu erreichen, in die Wasserläufe gelangen.

Chlor (Unterchlorige Säure, Chlorkalk), Karbolsäure, starke Mineralsäuren, Sublimat, Eisensalze, Aetzkalk etc. werden hierbei vorzugsweise verwendet und die Mehrzahl derselben sind, wie wir noch sehen werden, furchtbare Fischgifte.

In demselben Falle befinden sich öffentliche Bedürfnisanstalten in den Grossstädten, auf Bahnhöfen etc. Auch diese pflegen meist unnötigerweise und zur Zeit von Epidemien nicht selten weit mehr als notwendig von Desinfektionsmitteln heimgesucht zu werden, unter Umständen zu schwerem Schaden der Wasserläufe bezw. ihrer Bewohner und zwar der Fische sowohl wie der Klein-Flora und -Fauna.

Es muss hervorgehoben werden, dass in Zeiten solcher Gefahren für Leben und Gesundheit der Menschen wie der bedrohten Haustiere — ich erinnere in Bezug auf die Letzteren an die Maul- und Klauenseuche, den Schweinerotlauf etc. — das Interesse der Fischerei unbedingt zurückstehen muss, aber trotzdem sollte ein überflüssiges Uebermaass von Desinfektionsmitteln über die zur Vorbeugung erforderliche Menge hinaus vermieden werden. Das darf mit Fug und Recht im Sinne einer gedeihlichen Fischpflege verlangt werden; mehr zwar nicht, aber das doch unter allen Umständen!

Die Oelpissoirs mit ihrer ständigen Desinfektion weiter Flächen ohne jeden ernsthaft zu nehmenden Anlass bieten durch die wenn auch geringen Karbolsäuremengen unter Umständen eine Gefahr, welche unschwer vermieden werden könnte.

Auch die Desinfektion der Rinnsteine mit Saprol, einem Gemenge von Mineral-Oelen mit Karbolsäure, der Droschkenhalteplätze mit karbolsaurem Kalk etc. gehört hierher.

Ausser den Desinfektionsmitteln kommen bei den genannten Wohnstätten etc. begreiflicherweise nur fäulnisfähige, fäulniserregende Stoffe etc. in Betracht, wie wir solche eingehend bereits bei der Städtereinigung kennen gelernt haben.

Anzureihen wären hier ferner noch

Schlachthäuser und Abdeckereien. Neben den eigentlichen gewerbegerechten Abfällen dieser Arbeitsstätten, also den fäulnisfähigen Substanzen, haben wir hier auch auf Desinfektionsmittel im Uebermaass zu achten, welche im wohlverstandenen menschlichen Interesse zur Anwendung gelangt, nicht selten in starkem Uebermaass mit den Abwässern abfliessen.

Das Anwachsen unserer grösseren Städte hat jetzt recht allgemein zur Einrichtung von Schlachthäusern und Schlachthöfen geführt im Interesse der Saubererhaltung der Städte und zur Fernhaltung der Infektionsgefahren, welche erkranktes Schlachtvieh dem Nachbarbewohner der Schlachtstätte bringen kann.

In unseren modernen Schlachthäusern ist peinliche Sauberkeit die Regel, aber eben deshalb sehen wir in ihnen mit Wasserfluten spülen und die fäulnisfähigen Blut- und Mistreste, die Darmspülwässer und anderes mehr in die Gewässer ableiten. Die spezielle Natur der Schlachthausabwässer (Potsdam) lehren uns Versuche kennen, welche B. Proskauer am 15. und 16. März 1898 ausführte*) zum Zweck der Prüfung des Kohlebreiverfahrens — vergl. pag. 189 — zur Reinigung solcher Abwässer.

Schlachthauswasser mg im Liter		Gesamt-Rückstand	Glüh-verlust	Stickstoff
15. III. 1898	Vor der Klärung	3240	1600	213
	Nach der Klärung	1620	130	85
16. III. 1898	Vor der Klärung	3000	1440	196
	Nach der Klärung	2000	141	78

Proskauer stellte als Ergebnis der Untersuchung eine tadellose Klärung fest, bei Verwendung von 0,4 bezw. 0,5 gr Eisenoxydsulfat und je 1 gr Kohle als Kohlebrei pro Liter. Kalk allein — als Reinigungsmittel — gab ein zwar klares, aber gelbes Wasser, ebenso Kohle und Kalk. Mit Eisen und Kalk war die Klärung unvollkommen. Weder mit Eisen allein noch mit Kohle allein liessen sich die Wässer klären.

Gröbere Abfälle pflegen durch Kompostierung Verwertung zu finden. Auch eine Blut- bezw. Serumverarbeitung treffen wir nicht selten.

In den Abdeckereien liegen die Verhältnisse ähnlich, aber doch wesentlich schlimmer als in den modernen Schlachthöfen. Mancherlei Verarbeitungen auf Halbfabrikate mit all' den Uebelständen, welche derartige Arbeitsstätten auch sonst im Gefolge haben (Häute, Knochen, Fette, Haare etc.) pflegen hier vorgenommen zu werden. Es verdient indes anerkannt zu werden, dass durch die neuen Kadavertrocknungsapparate und die strenge Polizeiaufsicht die Gefahren für unsere Wasserläufe unter dem Einfluss der Abdeckerei-Abwässer sich wesentlich vermindert haben. Verwerflich und tadelnswert, wenn auch fischereilich ohne Belang, erscheint die noch vielfach übliche Zerlegung und Abhäutung der Kadaver gefallener Tiere vor ihrem Einbringen in die Apparate. Wo die Todesursache nicht jedem Zweifel einer Ansteckungsmöglichkeit einwandfrei begegnet, da sollten die Kadaver unberührt als Ganzes der Vernichtung anheimfallen.

*) Ueber die hygienische Untersuchung des Kohlebreiverfahrens zur Reinigung von Abwässern (System Rothe-Degener), Sonderdruck pag. V aus der Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin etc., 1898, XVI. Supplement.

Was und wie den Fischen die Verunreinigungen schaden.

Nachdem wir die Abwässer ihrer chemischen Natur nach kennen gelernt haben und bereits im vorigen Kapitel davon die Rede war, dass diese oder jene Substanz, welche auf diesem oder jenem Wege in die Flüsse gelangte, fischereilich schädlich sein könne, erübrigt die Frage, in welcher Weise die verschiedenen Substanzen schädlich wirken beziehungsweise nach welchem Maassstabe man denn die fischereiliche Schädlichkeit ermittelt oder bemisst.

Kaum ein Menschenalter zurück war über die Schädlichkeit der Bestandteile, welche das Kulturleben in die Flüsse wirft, so gut wie garnichts bekannt. Rudolf Wagner in München ist, soweit unsere Kenntnis der Litteratur reicht, der erste gewesen, welcher bei der Frage der Schädlichkeit von Gasfabriks-Abwässern das Tier-Experiment zu Hilfe nahm und kleine Bachfische auf ihr Verhalten gegen mehr oder weniger verdünntes Gas-Abwasser prüfte und die Lebensdauer seiner Versuchsfische in solchem Wasser feststellte. Nach ihm hat L. Grandeau in Nancy die Schädlichkeit der Abwässer der Saline und chemischen Fabrik Dieuze experimentell an Schleien studiert, während Mitte der siebziger Jahre an den Verfasser die Aufgabe herantrat, sich über den Schaden, welchen die Bleichereien des Münsterthals im Elsass dem Forellenbestand der das Thal durchströmenden Fecht bringen könnten, gutachtlich zu äussern. Aus dieser, seitens der Kaiserlichen Regierung zu Colmar ziemlich einseitig gestellten Frage erwuchs dann, getragen von dem Interesse, welches die Versuche gelegentlich der Naturforscher-Versammlung in Baden-Baden 1879 in der agrikulturchemischen Sektion erregten, und Dank dem Erlass einer Preis-Aufgabe durch Seine Majestät den König Albert von Sachsen (Fischerei-Ausstellung Berlin 1880), welche die Frage der fischereilichen Schädlichkeit der industriellen Abwässer gelöst und in ihren Folgen beseitigt wissen wollte, eine wesentliche Erweiterung der ursprünglichen Studien.*) Diese in Ge-

---

*) Die Arbeit erhielt gelegentlich der Internationalen Fischerei-Ausstellung Berlin 1880, obgleich sie wegen Unlösbarkeit der damaligen Fragestellung nur „den Preisrichtern für den von Sr. Majestät dem König Albert von Sachsen gestifteten Preis bei Beurteilung der eingehenden Versuche zur Lösung der Preisfrage mit dem etwa beachtenswerten Materiale unserer Beobachtungen zur Verfügung stehen sollte, ohne selbst zu konkurrieren“, eine erste Auszeichnung in Gestalt eines hohen, von dem königl. preuss. Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten ausgesetzten Geld-Preises für die beste Lösung einer Teilfrage der König Albert-Preis-Aufgabe. Der Hauptpreis wurde nicht verliehen.

Zur Zeit der Berliner Hygiene-Ausstellung Berlin 1883, nachdem wir inzwischen rüstig auf der betretenen Bahn weiter gearbeitet, erschien eine neue Fassung der König Albert-Preisfrage mit dem Zusatz: Monographische Bearbeitungen einzelner Teile der Gesamtaufgabe sind von der Bewerbung nicht ausgeschlossen und dem Schlusstermin 31. Dezember 1884.

Verfasser reichte die 1880 gekrönte Arbeit ein nebst einem zweiten Teil, welcher die seither errungenen Resultate und neuen Beobachtungen enthielt. In der Vorrede wurde hervorgehoben, dass auf eine zusammenfassende Umarbeitung verzichtet worden sei, um den Preisrichtern leichter zu ermöglichen, das wissenschaftlich Neue herauszufinden und auf seinen Wert beurteilen zu können. Manche noch unerforschte Behauptung des ersten Teiles unserer Arbeit wurde dadurch berichtigt; die beiden Teile stehen sich deshalb nicht widerspruchslos gegenüber.

meinschaft mit den derzeitigen Assistenten der kaiserlichen Versuchs-Station für Elsass-Lothringen zu Rufach Dr. O. Saare und Dr. L. Schwab ausgeführten Fisch-Vergiftungsversuche erstreckten sich schliesslich nahezu über die Gesamtheit der Stoffe, welche bei den Abwässern unseres Kulturlebens nennenswert in Betracht kommen und über eine beträchtliche Zahl von Fischarten in verschiedenen Lebensaltern. Diese Untersuchungen fanden dann noch eine weitere wesentliche Erweiterung infolge einer Preisaufgabe, welche die Brüsseler Akademie der Wissenschaften stellte (1887) und an der sich Verfasser beteiligte*). Die zuletzt erwähnten Versuche sind noch nicht publiziert, wenigstens nicht vom Verfasser. Das Material wurde indes K. W. Jurisch zur Verfügung gestellt und von diesem berücksichtigt**). Später hat Forstmeister H. Borgmann***) mit Forellen und anderen Fischen experimentiert und ungefähr gleichzeitig Ludwig Hampel†) die Versuche des Verfassers, soweit sie sich auf Forellen bezogen und von K. W. Jurisch publiziert worden waren einer sehr sorgsamen Nachprüfung unter gelegentlicher Vervollständigung unterzogen. In den letzten Jahren danken wir J. König††) und E. Haselhoff in Münster weitere eingehende Versuche.

Die obengenannten Versuchsansteller einschliesslich des Verfassers unternahmen die Versuche mehr vom Standpunkte des Chemikers, ohne den biologischen Anforderungen der Versuchstiere völlig ausreichend Rech-

---

Die Arbeit gelangte 1885 unter Zustimmung der Preisrichter vor Abschluss der Konkurrenz auf besonderen Wunsch M. von Pettenkofers im Archiv für Hygiene Band III zum Abdruck. Der Ehrenpreis des Deutschen Fischerei-Vereins, ein hoher Geldpreis, wurde ihr zugesprochen, während eine von J. König eingereichte, durch unsere Versuche vervollständigte Arbeit den Ehrenpreis Sr. Majestät des Königs von Sachsen erhielt.

Prof. König hat die Güte gehabt, unserer Arbeit manch freundlich anerkennendes Wort zu widmen, trotzdem aber leider unterlassen, unsere Vorrede sorgsam zu lesen, und daraus die notwendigen Konsequenzen zu ziehen.

Es hätte sonst nicht passieren können, dass er auf pag. 49 sagt: „die Schädlinge wirken unter den jungen Tieren am stärksten und wenn auch nach C. Weigelt“ (I. Theil) „noch nicht erwiesen, so sind sie den Embryonen und Eiern am gefährlichsten“, gleichwohl aber an den verschiedensten Stellen seines Buches über unsere beweiskräftigen Versuche an Embryonen und Eiern (II. Teil) berichtet, welche z. B. die verhältnismässige Unempfindlichkeit der Eier nachweisen. Wenn das in der ersten Auflage allenfalls hingenommen werden konnte, so durfte es doch in die zweite unbedingt nicht übergehen! Dort aber steht Band II pag. 34 dieselbe unrichtige Behauptung, während König zuerst schon auf Seite 36 über unsere und H. Nitsches Versuche an Sperma und Eiern berichtet

*) Der Arbeit wurde die goldene 1000 Frs.-Medaille der Akademie der Wissenschaften in Brüssel zugesprochen; sie konnte aber leider bisher nicht zur Publikation gelangen. Dieselbe erscheint demnächst in französischer Sprache unter dem Titel „Sur l'assainissement et le repoissonnement des cours d'eau“ in den Veröffentlichungen der Akademie der Wissenschaften in Brüssel.

**) Die Verunreinigung der Gewässer. Eine Denkschrift, im Auftrage der Flusskommission des Vereins zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrien Deutschlands bearbeitet. Berlin 1890.

***) Die Fischerei im Walde. Berlin 1892.

†) Wirkungen von Abwässern auf die Forelle. Wien 1893.

††) Über die Schädlichkeit industrieller Abgänge für die Fische. Landwirthschaftliche Jahrbücher. Berlin 1897.

nung zu tragen. Auf Grund dieses Mangels sind die genannten Versuche mit einer gewissen Vorsicht aufzufassen. Verfasser z. B. übersah zwar die Bedeutung des Sauerstoffgehaltes des Wassers nicht, aber namentlich bei den nicht allzu zahlreichen Versuchen mit fäulnisfähigen organischen Substanzen wurde doch auf den Sauerstoffgehalt nicht die Rücksicht genommen, welche bei solchen Versuchen darauf genommen werden muss.

Die Versuche von J. König und E. Haselhoff über das Sauerstoffbedürfnis der Fische sind, wie die Autoren übrigens selbst hervorheben, nicht einwandsfrei. Es wurde mit auf chemischem Wege teilweise seines Sauerstoffes beraubtem Wasser in offenen Gefässen gearbeitet. Dieser Modus der Versuchsanstellung hat zu zweifellos falschen Resultaten gegenüber dem Sauerstoffbedürfnis der Fische geführt.

Die sämtlichen Versuchsansteller berücksichtigten übrigens nur die akuten Vergiftungen, die chronisch verlaufenden dagegen, welche oft wochen-, ja monatelanger Experimente bedürfen, wurden wegen der Schwierigkeit der Versuchsanstellung und dem Mangel eines wirklich geeigneten Apparates ausser Acht gelassen. Verfasser war zwar bestrebt, auch der chronischen Vergiftung seine Aufmerksamkeit nicht zu versagen, d. h. seine Versuchsfische in minimaler, für einen kurzen Aufenthalt in dem vergifteten Wasser unschädlicher Konzentration während einer längeren Zeitdauer zu überlassen, um auch für diesen in der Natur sehr häufig vorkommenden Fall zu einer Basis für die etwaigon schädlichen Wirkungen zu gelangen. Der Mangel hierzu geeigneter Einrichtungen und die damalige geringe Erkenntnis von den Lebensbedürfnissen und Lebensgewohnheiten der Fische führten indes zu unverwertbaren Resultaten. Es sollten für diese Versuche besonders Karpfen herangezogen werden, aber die kleinen halbjährigen Tiere starben in dem harten, allein zur Verfügung stehenden Brunnenwasser unaufhaltsam, ohne dass damals die natürliche Ursache des Absterbens erkannt werden konnte*).

L. Hampel und seine Vorgänger führten die Versuche ausschliesslich in der Weise aus, dass Fische mit der Uhr in der Hand darauf geprüft wurden, wie lange sie diese oder jene Konzentration des zu prüfenden Schädlings aushielten, während die Konzentration so gewählt war, dass schädliche Einflüsse etwa im Verlauf von 2—3 Stunden eintraten. Bei längerer Einflussdauer erschien es namentlich bei Forellen nicht ausgeschlossen, dass andere Einflüsse — Sauerstoffmangel — die Erkrankung bewirken könnten. König änderte die Versuchsanstellung dahin, dass er die Versuchsfische erst in grösseren kastenförmigen Aquarien in reinem Wasser an die dort gebotenen Verhältnisse gewöhnte und dann allmählich das reine Wasser durch sein künstlich mit den zu prüfenden Substanzen verunreinigtes verdrängte, die Konzentration des betreffenden Wassers nun erst analytisch durch

---

*) Wir dürfen hier nicht unterlassen, die wesentliche Förderung dankend anzuerkennen, welche unseren Versuchen durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Direktors der Kaiserlichen Fischzuchtanstalt bei Hüningen, Hermann Haack, erwuchs sowohl nach Richtung sachkundiger Belehrung wie auch namentlich durch Abgabe der für die Versuche erforderlichen zahlreichen Versuchstiere.

Entnahme und Vermischung verschiedener Proben aus verschiedenen Teilen des betreffenden Aquariums feststellte bezw. am Ende des Versuches aus dem gesammelten Wasser ermittelte. Es ist zwar nicht zu leugnen, dass sich dieser Modus wohl den natürlichen Vorgängen bei stattfindender Wasserverunreinigung mehr nähert, als die Ueberführung der Fische aus reinem in verunreinigtes Wasser, andererseits aber erwächst aus dieser Versuchsanstellung sehr viel mehr Arbeit. Weiter zeigt die wesentliche Uebereinstimmung der König'schen Befunde mit jenen des Verfassers, dass es, mindestens gesagt, auch so geht — leichter und einfacher.

Ferner hätten wir hier noch einer Versuchsanstellung zu gedenken, welche die industriellen Abwässer direkt für die Versuche heranzieht d. h. die Fische in Fischkästen unmittelbar den Einflüssen des verunreinigten Wassers aussetzt, wie das z. B. Casimir Nienhaus-Meinau*) that.

Abgesehen davon, dass in rasch strömenden Flüssen das ruhelose, ungeschützte gegen den Strom stehen die Fische schwächen und dadurch den Einflüssen etwaiger schädlicher Stoffe leichter zugänglich machen kann, erscheint dieser Modus auch um deswillen wenig empfehlenswert, weil er uns nur über die wirklich vorhandenen schädlichen Einflüsse unterrichtet, nicht aber uns lehrt, welche der einfliessenden Substanzen, und die Abwässer von Fabriken stellen gewöhnlich ein Haufwerk verschiedener, verschieden schädlicher Stoffe dar, denn eigentlich den Schaden bewirkt. Wir sind also bei dieser Versuchsanstellung nicht leicht in der Lage, die Schäden durch Ausschaltung der besonders schädlichen Substanzen zu verbessern, während Versuche, welche nur die einzelnen Bestandteile berücksichtigen, auf Grund einer einfachen Ueberlegung jedem seinen Betrieb kennenden Fabrikleiter sagen, wo er mit Verbesserungsversuchen seiner Abwässer einzusetzen hat. Andererseits laufen die Abwässer meist so stossweise aus, d. h. mit wechselnden Konzentrationen, dass sich selbst die thatsächliche Verunreinigung, beim Verankern der Fischkasten in grösserer Entfernung unterhalb der Fabrik durch Ermittelung der Konzentration innerhalb des Fischkastens nur sehr unsicher feststellen lässt. Auch die Stromrichtung des austretenden Abwassers ist nicht so leicht zu ermitteln; sie kann sich überdies durch zufällige Einflüsse, wie z. B. das durch Regenfall bewirkte stärkere Einströmen eines Nebenbaches, vorübergehend ändern. Endlich auch sind solche Abwasserströme in verschiedener Tiefe verschieden konzentriert etc.

Bereits Grandeau hatte beobachtet, dass längere oder kürzere Zeit vor Eintritt des Todes ein eigenartiger Zustand die Fische befiel, den er Asphyxie nannte. Verfasser stellte fest, dass dieser von ihm als „dauernde Seitenlage" bezeichnete Zustand am besten als Bewusstlosigkeit angesprochen werde, insofern der Fisch dabei keinerlei Bestrebungen zeige, sich der Berührung zu entziehen oder etwa auf Druck durch Gegendruck zu antworten, ganz abgesehen von einer etwaigen Athemnoth. Dieser Krankheitszustand, welcher bei allen akuten Vergiftungen kurz vor dem Tode eintritt, ist bei einzelnen Giften unheilbar und führt direkt zum Tode, auch wenn

*) Bericht über die Verunreinigung des Rheins durch Abfallstoffe der Fabriken im Baseler Industriebezirk. Basel 1883.

das Tier den Wirkungen des Giftes entzogen, in normales Wasser gelangt; bei anderen schädigenden Substanzen kann der dauernden Seitenlage völlige Genesung in normalem Wasser folgen. Verbleibt der Fisch unter den Bedingungen, welche zur dauernden Seitenlage führten, so tritt nach längerer oder kürzerer Zeit der Tod ein. Es ergaben die Versuche ferner, dass der Zeitpunkt des Eintritts der dauernden Seitenlage einen sichereren Faktor für die Beurteilung der Wirkung eines schädlichen Stoffes abgäbe als der Eintritt des Todes, da bei dem letzteren Moment sich nicht selten eine individuelle Widerstandsfähigkeit des betreffenden Tieres bemerklich macht. Die Körpergrösse und die Wassertemperatur beeinflussen die Widerstandsdauer, d. h. den Zeitraum zwischen dem Beginn der Beeinflussung und dem Eintritt der dauernden Seitenlage, so zwar, dass mit der Zunahme des Körpergewichts die Widerstandsfähigkeit steigt und ebenso mit sinkender Temperatur. Während Verfasser mit seinen mangelhaften Hilfsmitteln nur zu ermitteln vermochte, dass Fische bei höheren Temperaturen eine geringere Widerstandskraft gegen schädliche Einflüsse zeigen, wies Joh. Frenzel*) nach, dass Sauerstoffzufuhr selbst relativ hohe Temperaturen den Fischen erträglich macht und damit auch, dass die Unbilden verunreinigender Bestandtheile bei gleichzeitig gesteigerter Temperatur durch Lüftung abgeschwächt werden könnten. Am hinfälligsten ist der kleine völlig entwickelte Fisch nach dem Aufzehren des Dottersackinhaltes, noch empfindlicher die dottersacktragende Larve — recht unempfindlich das Ei. Kleine Fische erwiesen sich gegen Erstickungsgefahren widerstandsfähiger als grosse innerhalb der für die Art gültigen Empfindlichkeit, denn die verschiedenen Fischarten haben eine verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen die einzelnen Schädlinge, die sich indes bei konzentrierten Giften fast gar nicht mehr bemerklich macht.

Die neuesten Versuche sind endlich an richtiger Stelle ausgeführt worden, nämlich von einem Zoologen, dem es an den nötigen chemischen Kenntnissen nicht fehlt, von Bruno Hofer, dem Leiter der biologischen Station des Deutschen Fischerei-Vereins zum Studium der Fischkrankheiten in München. Dieser Anstalt stehen weiter die erforderlichen Einrichtungen zur Verfügung, und auch dank ihrer nahen Beziehungen zur Fischzuchtanstalt des bayrischen Landes-Fischerei-Vereins in Starnberg, wie zu deren Leiter A. Schillinger, einem unserer ersten Fischkenner und -Pfleger, jederzeit das erforderliche zweifellos gesunde Versuchsmaterial.

Hofer führte bei seinen oft auf Wochen, ja Monate sich erstreckenden Versuchen die ständige Durchlüftung des auf seine Schädlichkeit zu prüfenden — sagen wir vergifteten — Wassers ein und dehnte dieselben nicht nur auf zahlreiche Fischarten, sondern auch auf die niederen Tiere aus; hierüber ist, wie wir hören, eine ausführliche Publikation in Vorbereitung.

Ganz allgemein kann hervorgehoben werden, dass wir nach den vorliegenden Versuchen wohl zu vertreten vermögen, dass es absolut unschädliche Substanzen eigentlich nicht giebt, dass jeder Bestandteil, den die Ab-

*) Zeitschrift für Fischerei. 1895, Heft 6.

wässer enthalten können, im Uebermaass schädlich ist. Wir dürfen aber auch aussprechen, dass diejenigen Bestandteile, deren Schädlichkeit oberhalb ihrer Löslichkeitsgrenze liegt, nur deshalb unschädlich erscheinen, weil sie nicht bis zur Schädlichkeitsgrenze in Lösung gebracht werden können.

Ohne zur Zeit entscheiden zu können, welchen speziellen Einwirkungen auf die einzelnen etwa beeinflussten Organe das „Gift" seine schädigenden Eigenschaften verdankt, erscheint es doch zweifellos, dass die Mehrzahl der schädlichen Stoffe und darunter namentlich die saueren oder ätzenden Substanzen die Haut und die Kiemen der Tiere angreifen und dadurch mehr oder weniger rasch entzündliche Zustände an denselben hervorrufen, wenn nicht das so überaus zarte Kiemenepithel sofort zum Zerfall gebracht und dadurch die Athemfunktion aufgehoben wird. Daher sind im allgemeinen gasförmige Abwasser-Bestandteile als besonders schädlich zu bezeichnen und folgerichtig von den Flüssigkeiten oder Lösungen gasförmiger Bestandteile diejenigen, deren Siedepunkt am niedrigsten liegt, deren Flüchtigkeit also die Schädlichkeit vermehrt. Dementsprechend sind, wie die unten folgende Zusammenstellung lehrt, die Bleichgase, Chlor und schweflige Säure, sowie Schwefelwasserstoff und diejenigen Schwefelmetalle, welche leicht Schwefelwasserstoff abgeben, als besonders starke Feinde der Wasserbewohner aufzufassen. Es folgen das Ammoniak und die ätzenden Alkalien und weiter die freien Säuren, unter denen, wie erwähnt, die flüchtigen, starken Säuren recht schädlich sind. Unter den Salzen bewahren natürlich die giftigen Schwermetallverbindungen ihre schädlichen Eigenschaften, doch treten hier überraschender Weise auch nach unseren sonstigen Erfahrungen als ungiftig anzusprechende Salze schädigend auf, wie z. B. die Eisensalze, die wir als ungiftige Heilmittel für Menschen und Haustiere verwenden.

Wir lassen eine Anzahl unserer Versuche folgen, zu welchen noch zu bemerken wäre, dass die Fische in den allermeisten Fällen gegen die gelösten Verunreinigungen mehr oder weniger bald starkes Unbehagen zeigten, welches sich durch wildes Umherschwimmen, aus dem Wasser springen und auch dadurch äusserte, dass die Tiere die Köpfe, Luft schnappend, ganz oder teilweise aus dem Wasser streckten. Nur besonders auffallende Erscheinungen, wie z. B. die eigenartigen Krampfwirkungen infolge von Ammoniak, Verfärbungen bei Schwefelmetallen etc., wurden angegeben. In Bezug auf das Nähere muss auf die a. a. O. niedergelegten Krankengeschichten verwiesen werden. In nachstehenden, auf möglichste Kürze zusammengezogenen Tabellen ist nur da, wo wir anführen „keine Symptome", von einer sichtbaren Beunruhigung nicht die Rede gewesen.

Die nachstehenden Versuchsergebnisse stellen eine Auswahl aus gegen 300 Einzelversuchen dar, meist mehrfach angestellt an je einem bezw. mehreren Fischen. Unter grossen Forellen sind Tiere von etwa 40—50 gr Gewicht verstanden, während die mittleren etwa 20, die kleinen 5—6 gr wogen, das entspricht etwa Körperlängen von pp. 18, 14 und 8 cm. Die Schleien waren im Körpergewicht etwa den grossen Forellen gleich; die übrigen Wildfische sind als Tiere von 60 bis 120 gr Gewicht anzusprechen, natürlich mit Ausnahme der kleinen Grundeln und Stichlinge.

Untersuchte Substanz und Fischart	Gehalt der Lösung mg. im Ltr.	Temp. d. Wassers °C.	Dauer des Versuchs	Verhalten des Fisches	Betheiligte Industrien Vergl. pag.:
Chlorkalk (freies Cl.)					96, 98
Schleie	5 Chlor	12	76 Minuten	Seitenlage und in r. W. nach 6 Std. †.	99 102
Schleie	1 Chlor	6	3 Stunden	Keine Symptome.	104
Kl. Lachs	1 Chlor	6	31 Minuten	In r. W. 2 Std. †.	205
Kl. Forelle	1 Chlor	12	20 Minuten	In r. W. 34 Min. †.	
Kl. Forelle	0,8 Chlor	12	37 Minuten	47 Min. †.	
Kl. Forelle	0,1 Chlor	14	$2^1/_2$ Stunde	Keine Symptome.	
Forellen u. Aeschenbrut	0,5 Chlor	14	1 Stunde	In r. W. nach 13 Std. †.	
Forellen u. Aeschenbrut	0,25 Chlor	14	15 Minuten	Bleiben leben.	
Forellen u. Aeschenlarv.	1 Chlor	11	1 Stunde	Aeschen 2 Std. †. Forellen später.	
Forelleneier	1 Chlor	14	1 Stunde	N. 6 Tg. gesund ausgeschl	
Schweflige Säure SO_2					96, 98
Schleie	1 mit H Cl schw. anges.	8	103 Minuten	Sl., nach 12 Std. †.	99 102
Gr. Forelle	1	8	4 Minuten	Sl., Heftige Athemnoth.	
Gr. Forelle	0,5 mit H Cl schw. anges.	—	3 Minuten	Sl., erholt sich in r. W.	
Forellenbrut	0,5	8	30 Minuten	Bleiben am Leben.	
Forellenbrut	0,5 mit H Cl schw. anges.	8	67 Minuten	†.	
Kohlensäure CO_2					
Gr. Forelle	75	9	2 Stunden	Wiederholt Sl., erholt sich in r. W.	
Salzsäure HCl					96, 97
Kl. Lachs	100	12	2 Minuten	Sl., erholt sich in r. W.	102
Kl. Forelle	50	6	30 Minuten	Keine Symptome.	104
Schwefelsäure H_2SO_4					96, 97
Schleie	100	6	18 Stunden	Keine Symptome.	100, 102
Kl. Forelle	50	12	30 Minuten	Sl., 23 Min., erholt sich i. r. W.	104, 106
Gr. Forelle	10	6	1 Stunde	Keine Symptome.	
Salpetersäure HNO_3					96
Gr. Forelle	100	6	34 Minuten	Sl., erholt sich in r. W.	100
Oxalsäure $H_2C_2O_4$					102
Gr. Forelle	100	6	30 Minuten	Matt, erholt sich.	
Gerbsäure					104
Schleie	100	6	13 Stunden	Keine Symptome.	
Gr. Forelle	50	6	1 Stunde	Ohne Einfluss.	
Kalkhydrat H_2CaO_2					102
Mittl. Forelle	300	16	4 Minuten	Nach 7 Minuten †.	195
Mittl. Forelle	150	16	10 Minuten	Nach 13 Minuten †.	198
Mittl. Forelle	70	16	26 Minuten	†.	
Mittl. Forelle	30	16	2 Stunden	Kein dauernder Schaden.	
Ammoniak NH_3					97, 98
Kl. Lachs	100	8	21 Minuten	Heftiger Krampf, †.	
Gr. Forelle	50	8	47 Minuten	Zuckungen, Krampf, †.	
Forellenbrut	25	14	2 Stunden	Krampf, Sl., 35-120 Min., †.	
Forellenbrut	10	8	1 Stunde	Kein dauernder Schaden.	
Soda $Na_2CO_3 + 10H_2O$					101
Gr. Forelle	1000	6	9 Stunden	Maul offen, †.	102
Kl. Forelle	1000	12	30 Minuten	Nach 10 Min. Zuckungen, beruhigt sich.	106
Schleie	1000	6	14 Stunden	Keine Symptome.	
Kl. Forelle	100	12	2 Stunden	Keine Symptome.	

Untersuchte Substanz und Fischart	Gehalt der Lösung mg. im Ltr.	Temp. d. Wassers °C.	Dauer des Versuchs	Verhalten des Fisches	Betheiligte Industrien Vergl. pag.
Seife (gewöhnl., harte)					101
Calif. Lachs	1000 (unfiltr.)	14	$1^1/_2$ Stunden	Sl., 61 Min. †.	102
Mittl. Forelle	1000 (unfiltr.)	14	2 Stunden	Sl., 67 Min., erh. sich langs.	106
Forelle u. Calif. Lachs	1000 (filtriert)	14	2 Stunden	Keine Symptome.	131
Manganchlorür $MnCl_2$					96
Schleie	5000	8	$22^1/_2$ Stunden	Keine Schädigung.	192
Gr. Forelle	1000	8	5 Stunden	Keine Schädigung.	
Eisenvitriol					95, 96
$Fe SO_4 + 7 H_2O$					97
Schleie	1000	7,5	18 Stunden	Keine Symptome.	192
Gr. Forelle	100	7,5	16 Stunden	Schnappt heftig, Rückenl., in r. W. nach 24 Std. †.	
Saibling	100	17	2 Stunden	†.	
Bachsaibling	100	17	$3^1/_2$ Stunden	†.	
Mittl. Forelle	100	17	5 Stunden	†.	
Aeschenbrut	100	16	26 Stunden	†.	
Forellenbrut	100	16	25 Stunden	2 †, 5 bleiben leben.	
Forellenlarven	100	16	26 Stunden	†.	
Forellen- und Aeschenbrut, Forellenlarven	50	14	16 Stunden	Bleiben am Leben.	
Eisenchlorid Fe_2Cl_6					95, 96
Gr. Forelle	1000	12	55 Minuten	Sl., 2 Min., erholt sich.	97
Forellenbrut und amer. Bachsaiblinglarven	1000	12	55 Minuten	Erholen sich in r. W.	192
Eisenalaun					
$K_2 Fe_2 (S O_4) + 24 H_2 O$					
Schleie	1000	7,5	16 Stunden	Keine Symptome.	—
Gr. Forelle	100	7,5	15 Minuten	Sl., erholt sich in r. W.	
Gr. Forelle	50	7,5	14 Stunden	Keine Symptome.	
Ammoniumalaun					102
$(NH_4)_2 Al_2(SO_4)_4$					
$+ 24 H_2 O$					
Gr. Forelle	1000	7,5	62 Minuten	Sl., erholt sich in r. W.	
Kalialaun $K_2 Al_2 (SO_4)_4$					97
$+ 24 H_2 O$					102
Schleie	1000	7,5	15 Stunden	Keine Symptome.	192
Calif. Lachs	100	17	6 Stunden	†.	
Mittl. Forelle	100	17	15 Stunden	†.	
For., Lachs- u. Aesch.-Br. Forellen- u. Lachslarven	100	10	24 Stunden	Bleiben am Leben.	
Chromalaun $Cr_2 Al_2$					97
$(SO_4)_4 + 24 H_2O$					102
Gr. Forelle	1000	9	10 Minuten	Sl., 5 Min., erholt sich.	
Gr. Forelle	200	9	75 Minuten	Keine Symptome.	
Doppelt chroms. Kali					97
$K_2Cr_2O_7$					102
Gr. Forelle	1000	9	10 Minuten	Sl., 4 Min., erholt sich.	
Gr. Forelle	200	9	75 Minuten	Keine Schädigung.	
Schwefelsaures Natron					
$Na_2 SO_4$					—
Gr. Forelle	1000	8	3 Stunden	Keine Symptome.	
Chlornatrium Na Cl					93, 94
Schleie	10000	20	19 Stunden	Kein Schaden.	104
Gr. Forelle	1000	6	15 Stunden	Kein Schaden.	192
Kl. Forelle	300	12	2 Stunden	Keine Schädigung.	
Kohlensaures Ammon.					98
$H (NH_4) CO_3$					121
Kl. Forelle	3000	12	30 Minuten	Keine Symptome.	

Untersuchte Substanz und Fischart	Gehalt der Lösung mg. im Ltr.	Temp. d. Wassers °C.	Dauer des Versuchs	Verhalten des Fisches	Betheiligte Industrien Vergl. pag.:
Chlorcalcium $CaCl_2$					95, 96 97 192
Schleie	10000	20	19 Stunden	Nach 24 Std. †.	
Schleie	10000	6	17 Stunden	Keine Symptome.	
Gr. Forelle	10000	6	15 Stunden	Schn. Athemzüg., o. Schad.	
Flussgrundeln	50000	13	5 Minuten	Sl. 5-6 Min., nach 81-90 †.	
Weissfisch	50000	13	5 Minuten	Sl. 2 Min., nach 49 Min †.	
Stichlinge	5000	13	25 Minuten	Sl. 10 Min., nach 44-49 †.	
Flussgrundeln	2500	25	40 Minuten	Sl. 25 Min., nach 85 1 Gr. †, die and. lebt nach 16 Std.	
Weissfisch	2500	25	40 Minuten	Sl. 25 Min., nach 16 Std. †.	
Stichling	2500	25	40 Minuten	Sl. 25 Min., bleibt am Leb.	
Lachseier	100000	15	5 Minuten	Schlüpfen nach 40-50 Std.	
Lachseier	50000	15	10 Minuten	gesund aus.	
Lachslarven	50000	16	12 Minuten	†.	
Lachslarven	25000	16	15 Minuten	10—15 Min. †.	
Lachslarven	10000	16	1 Stunde	Bleiben am Leben.	
Bars	2000	21	1 Stunde	Am andern Tage †.	
Rotauge	2000	21	2 Stunden	Lebt am andern Tage.	
Weissfisch	2000	21	2 Stunden	Bleibt am Leben.	
Aal	1000	21	2 Stunden	Am andern Tage †.	
Hecht	1000	21	1 Std. 50 Min.	Lebt am andern Tage.	
Kl. Forelle	500	12	5 Stunden	Keine Symptome.	
Chlormagnesium $MgCl_2$					95 192
Aale, Rotauge, Schleie	1000	25	2 Stunden	Am andern Tage †.	
Weissfisch	1000	25	2 Stunden	Noch nach 4 Tagen munter.	
Magnesiumsulfat $MgSO_4 + 7 H_2O$					95 192
Rotauge, Schleie	1000	25	2 Stunden	Am andern Tage †.	
Weissfisch	1000	25	2 Stunden	Am Leben geblieben.	
Zinksulfat $ZnSO_4 + 7 H_2O$					95, 97 102 192
Schleie	1000	25	1 Stunde	Lebt am andern Tage.	
Hecht	1000	25	10 Minuten	Lebt am andern Tage.	
Kupfervitriol $CuSO_4 + 5 H_2O$					95, 97
Gr. Forellen	100	7,5	2—7 Min.	Sl., erholen sich in r. W.	
Zinnsalz $SnCl_2 + 2 H_2O$					97 102
Hecht, Bars, Rotauge, Schleie	1000	25	4 Min. b. 2 Std.	Tödlich für alle Fische.	
Quecksilberchlorid $HgCl_2$					97 102
Schleie	100	9	30 Minuten	Sl. 97 Min.; n. Morgen †.	
Gr. Forelle	50	9	29 Minuten	In r. W. nach 54 Min †.	
Arsenige Säure As_2O_3					97
Gr. Forelle	100	9	2 Stunden	Keine Symptome.	
Arsenigsaures Natron Na_3AsO_3					97 102
Schleie	100	8	17 Stunden	Keine Symptome.	
Forellen- und Lachsbrut	1000	23	40 Minuten	Nach 1 Std. alle †.	
Forellen- und Lachsbrut	500	23	2 Stunden	Sehr matt, leb. nach 7 Std.	
Forellenbrut	500	12	$2^1/_2$ Stunden	Sehr matt, leb. nach 7 Std.	
Forellen- und Lachsbrut	100	16	4 Stunden	Bleiben leben.	
Forellenlarven	1000	23	40 Minuten	Nach 1 Std. †.	
Forellenlarven	500	23	2 Stunden	Nach 18 Std. 2 †.	
Lachslarven	500	12	$2^1/_2$ Stunden	Leben nach 7 Std.	
Forellenlarven	100	16	4 Stunden	Nach 19 Std. †.	
Forellenlarven	50	12	$2^1/_2$ Stunden	Bleiben leben.	

Untersuchte Substanz und Fischart	Gehalt der Lösung mg. im Ltr.	Temp. d. Wassers °C.	Dauer des Versuchs	Verhalten des Fisches	Betheiligte Industrien Vergl. pag.:
Arsensaures Natron $HNa_2AsO_4 + 12H_2O$					97, 102
Kl. Forelle	1000	23	2 Stunden	In r. W. am andern Tage †.	
Kl. Forelle	1000	12	2½ Stunden	Lebt am nächsten Tage.	
Kl. Forelle	500	23	2 Stunden	Keine Symptome.	
Forellenbrut	100	16	4 Stunden	Lebt am andern Morgen.	
Bachsaiblingsbrut	50	23	3 Stunden	Keine Symptome.	
Forellenlarven	100	23	2 Stunden	Nach 24 Std. die Hälfte †.	
Forellenlarven	100	16	4 Stunden	Nach 18 Std. ein Drittel †.	
Bachsaiblingslarven	50	23	3 Stunden	Bleiben am Leben.	
Cyankalium KCN					98
Gr. Forelle	10	8	12 Minuten	Sl nach 5 Min., erholt sich	
Schleie	5	8	5 Stunden	Sl. nach 3½ Stunden, erholt sich langsam in r. W.	
Rhodanammonium $(NH_4)CNS$					98
Gr. Forelle	100	8	1 Stunde	Keine Symptome.	
Gelbes Blutlaugensalz $K_4Fe(CN)_6 + 3H_2O$					97, 102
Gr. Forelle	1000	8	1 Stunde	Keine Symptome.	
Schwefelwasserst. H_2S					97, 104, 106, 121
Schleie	100	9	11 Minuten	Nach 8 Tagen †.	
Schleie	10	9	3 Stunden	Nach 8 Tagen †.	
Gr. Forelle	20	9	24 Minuten	Sl. n. 5 Min., n. 24 Min. †.	
Gr. Forelle	1	9	15 Minuten	Sl., erholt sich in r. W.	
Schwefelnatrium Na_2S					97, 104
Schleie	101	8	9¾ Stunden	Sl., stark entf., erholt sich.	
Schleie	115—81	20	1 Std. 20 Min	Sl., Erholt sich scheinbar, nach 6 Tagen †	
Schleie	53—30	20	2 Std. 26 Min	Entfärbt sich; erholt sich	
Schwefelkohlenstoff CS_2					106
Gr. Forelle	500	8	7 Minuten	Sl., nach 2 Tagen †.	
Karbolsäure					97, 98, 146
Schleie	50	6	1 Stunde	Sl. n. 9 Min., Zuckungen, nach 15 Std †.	
Schleie	10	6	15 Stunden	Keine Symptome.	
Gr Forelle	5	6	1 Stunde	Unruhig, erholt sich.	
Theer					97, 98
Schleie	200	8	28 Stunden	Matt, erholt sich in r. W.	
Methylalkohol CH_3HO					114
Gr. Forelle	1000	8	2 Stunden	Keine Symptome.	
Aethylalkohol C_2H_5HO					102, 114, 116
Schleie	1000	8	2 Stunden	Keine Symptome.	
Amylalkohol $C_5H_{11}HO$					114
Gr. Forelle	1000	8	2 Minuten	Sl. nach 5 Min., erholt sich.	
Schleie	100	8	14 Stunden	Keine Symptome.	
Glycerin					116
Schleie	10000	8	16 Stunden	Keine Symptome	
Petroleum (1) *Oel* (2)					106
1. Schleie	Das Wasser m. d Mittel vollständig bedeckt	8	20 Stunden	Keine Symptome.	
1. Gr. Forelle		8	4 Stunden	Keine Symptome.	
2. Schleie		8	20 Stunden	Keine Symptome.	

Abkürzungen: Sl. — dauernde Seitenlage. r. W. — reines bezw. fliessendes Wasser.

Während vorstehende Versuche ausnahmslos in grossen Glascylindern von etwa 10 Liter Inhalt gewöhnlich mit Wassermengen von 5 Litern angestellt wurden, erfuhren die Versuche zum Nachweise der Schädlichkeit fäulnisfähiger, faulender Substanzen dahin eine Aenderung, dass die Tiere sich in meist langsam fliessendem Wasser befanden, und zwar in californischen Bruttrögen ohne Einsatz mit über 10 Liter Fassungsvermögen. Ein ständiges Zufliessen der Jauchen liess sich wegen ihrer suspendierten Stoffe nicht ausführen: die Zuflussröhrchen waren vor Verstopfungen nicht zu schützen. Es wurde deshalb der Bruttrog mit 5 Liter der gewünschten Konzentration gefüllt, die Fische eingesetzt und nun reines Wasser nachfliessen lassen, mit einem Zulauf von 20 Liter in der Stunde. Es dauerte also 15 Minuten, bis die Konzentration auf die Hälfte vermindert war. Jetzt erst trat unter Ablauf von Spülwasseranteilen eine Verdünnung ein, die nach $1\frac{1}{2}$ Stunden sich auf ein Minimum reduzierte, um nun wieder d. h. jeweils nach 2 Stunden durch Beigabe der entsprechenden Spüljauchenmenge der Anfangskonzentration Platz zu machen. Solche stossweisen Verunreinigungen kommen ja thatsächlich gewöhnlich vor.

Die Versuchsdauer umfasste in einzelnen Fällen einen Zeitraum bis zu 5 Tagen. Als Versuchsfische kamen Forellen und deren Verwandte zur Verwendung. Die Versuche wurden nachts nur während 6 Stunden unterbrochen, in denen lediglich reines Wasser die Tröge durchströmte. Die verwendeten Abwässer sind als Hausjauchen und Spüljauchen zu bezeichnen. Die Hausjauchen setzten sich aus den in meinem Haushalt während 7 Tagen gesammelten Hausabwässern (Küchenspülwasser, Waschwasser, Zimmerscheuerwasser und Wäschewasser) zusammen, welche derartig verdünnt wurden, dass wir die pro Kopf und Tag gesammelten und gemischten 11,5 Liter auf 100 Liter brachten. Die Hausjauchen nach entsprechendem Zusatz von frischen Fäkalien und Harn (125 bezw. 700 gr) auf 150 Liter verdünnt ergaben unsere Spüljauchen.

Beide Jauchen waren in starker Fäulnis. Selbst in Verdünnungen von nur 1 : 5 war starkes Missbehagen der Versuchsfische nicht zu bemerken, doch trat nach 13—18 Stunden Seitenlage in Spüljauchen ein, während sich in den Hausjauchen die Tiere nach 18 Stunden noch scheinbar wohl befanden. Die ersteren Versuchstiere gingen wenige Stunden später ein, die Letzteren innerhalb der nächsten Tage.

Es wurde ferner mit Verdünnungen von einem Teil der Jauchen auf 10, 20 und 40 Teile Wasser gearbeitet. In all' diesen Verdünnungen von Spüljauchen starben die Versuchstiere in den verdünntesten nach 3 Tagen 4 Stunden bezw. 4 Tagen und 3 Stunden.

Die gleichlaufenden Versuche mit Hausjauchen überdauerten die Fische zwar, doch gingen diejenigen aus den Konzentrationen 1 : 10 nach einigen Tagen in frischem fliessenden Wasser doch ein. Die anderen blieben zwar am Leben, doch auch sichtbar im Wachstum zurück. Noch nach 4 Wochen waren sie an der dunkleren Färbung von den anderen nicht benutzten Fischen leicht zu unterscheiden.

Beide Jauchen erwiesen sich also als sehr schädlich und selbst die Hausjauchen bei zehnfacher Verdünnung als sicher tötlich.

Als direkte Ursachen der Schädigung haben wir das giftige Schwefelwasserstoffgas, die Kohlensäure und den Mangel an Sauerstoff anzusehen.

Analysen der Jauchengase ergaben bei Spüljauchen im Gesamtvolumen bis 76 % Kohlensäure und ein Verhältnis von Sauerstoff zu Stickstoff wie 1 : 27. Bei Hausjauchen blieben diese Ziffern erheblich zurück und erreichten nur Höchstgehalte von 39% bezw. ein Verhältnis der Luftgase wie 1 : 10.

Später wurden zur Frage der Schädigung verminderten Sauerstoffgehaltes noch Versuche mit ausgekochtem Wasser, mehr oder weniger mit gesundem vermischt. angestellt, bei welchen sich die Versuchstiere unter Oelabschluss gegen die Atmosphäre und unter Schutzvorrichtungen gegen die Berührung mit dem Oel befanden. Auch mit künstlich an Kohlensäure angereichertem Wasser wurde experimentiert.

Wenn diese Versuche zwar neben der bekannten besonderen Empfindlichkeit der Forellen gegen Sauerstoffmangel die Unempfindlichkeit gewisser in sumpfigem Wasser lebenden Fische (Schleien, Karauschen und namentlich deren Varietät, den Giebel oder Moorkarpfen und Krebse) gegen zeitweisen Sauerstoffmangel und Kohlensäureüberfluss ergaben, so verzichte ich darauf. hier auf diese Versuche des Näheren einzugehen und zwar besonders im Hinblick auf die durch Br. Hofer zu erwartende exakte Aufhellung der Frage des Sauerstoffbedarfes der verschiedenen Fische.

Nur eine Beobachtung möchte ich hier noch kurz streifen zu Nutz und Frommen derjenigen, welche etwa Fischvergiftungsversuche anstellen wollen: sie mögen sich hüten vor der Benutzung länger im Aquarium ohne Luftzufuhr gehaltener Fische. Solche Tiere erwiesen sich überraschend unempfindlich gegen Kohlensäure bezw. an ein kohlensäurereiches Wasser gewöhnt und in ihrer Widerstandsdauer völlig unvergleichbar mit Wildfischen. Möglicherweise nehmen deshalb auch anderen Verunreinigungen gegenüber diese „Haustiere" eine abweichende, die Versuchsresultate gefährdende Stellung ein.

In der obigen tabellarischen Zusammenstellung befinden sich auch Versuche mit Salmonidenlarven und -eiern.

Bei den Larven geht uns das recht scharfe Merkmal für die Beeinflussung, die dauernde Seitenlage, verloren, weil sie, wenigstens in der ersten Zeit nach dem Ausschlüpfen, auf der Seite zu liegen pflegen und erst wenn der Dottersackinhalt zum grössten Teil aufgezehrt ist, den normalen Stand einnehmen.

Die Versuche mit Salmonideneiern bezogen sich oben nur auf gesunde angebrütete Eier einige Tage vor dem Ausschlüpfen. Wir haben gesehen, wie trefflich hier die Eihaut die Embryonen schützt.

Es lag der Wunsch nahe, auch die Frage zu berühren, wie sich denn der Befruchtungsakt in verunreinigtem Wasser gestaltet, beziehungsweise ob das Sperma in solchem Wasser den Befruchtungsakt zu vollziehen vermag. Unsere Vorversuche in Rufach ergaben eine recht verschieden-

artige Beeinflussung der Befruchtung. Für die geplanten definitiven Versuche gelang es indes nicht, die nötigen Elterntiere zu beschaffen. Da half Prof. Dr. H. Nitsche-Tharandt und stellte unseren Wünschen entsprechend einen umfangreichen Versuch an, welcher zwar nicht völlig einwandfrei verlief, trotzdem aber beachtenswerte Resultate ergab, wie die nachstehende Tabelle lehrt, bei welcher wir unterlassen, das Endresultat mitzuteilen und nur die Wiedergabe des Ergebnisses bis zum 111. Tage berücksichtigen:*)

	Anzahl der Forelleneier	Verunreinigende Substanz	Konzentration ‰	Von 100 Eiern standen ab nach Ablauf von Tagen									
				1 × 11	2 × 11	3 × 11	4 × 11	5 × 11	6 × 11	7 × 11	8 × 11	9 × 11	10 × 11
1	110	Schwefelsäure	0,5	91	99	100	—	—	—	—	—	—	—
2	158	Salzsäure	1,0	99	99	100	—	—	—	—	—	—	—
3	136	Salzsäure	0,5	27	70	97	100	—	—	—	—	—	—
4	134	Soda	2,0	2	2	13	50	54	58	60	63	64	64
5	96	Soda	1,0	0	0	5	13	13	13	15	20	23	23
6	69	Ammon-Karbonat	1,0	0	0	4	6	10	17	22	30	36	50
7	143	Kalialaun	1,0	0	0	3	30	32	32	32	33	35	35
8	149	Kalialaun	0,1	0	0	3	8	10	10	11	11	12	13
9	321	Eisenvitriol	1,0	0	1	3	40	43	44	44	45	45	45
10	221	Eisenvitriol	0,1	0	0	8	9	10	10	10	10	10	10
11	197	Kupfervitriol	0,1	0	0	1	1	2	2	3	4	4	4
12	336	Kontrole	0,0	0	0	2	2	3	3	3	3	3	3

Es fand nicht die jetzt übliche trockene Befruchtung statt, sondern die abgestrichenen Eier wurden mit 100 cc des verunreinigten Wassers übergossen und unmittelbar darauf die abgestrichene Milch hinzugefügt, umgerührt und nach 10 Minuten das samenhaltige Wasser abgegossen und mehrfach mit reinem Brutwasser nachgespült. Der Versuch erstreckte sich über 132 Tage, vom 3. November 1884 bis 15. März 1885. Die Einflüsse des vergifteten Wassers sind deutlich erkennbar, verglichen mit dem Kontrolversuch besonders in den Fällen, wo verschiedene Konzentrationen desselben Mittels zur Verwendung kamen. Die Säuren erwiesen sich als heftige Gifte, wie die weitere kleine Tabelle lehrt, übrigens auch nach dem, was wir über das Sperma wissen, erwartet werden musste.

Verunreinigende Substanz	Konzentration ‰	Von 100 Eiern standen ab nach Ablauf von Tagen												
		1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	22	25	35
1. Schwefelsäure	0,5	45	53	65	83	91	96	97	98	98	98	99	100	
2. Salzsäure . .	1,0	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	100	
3. Salzsäure . .	0,5	12	12	12	12	20	27	36	46	50	59	70	—	100

---

*) An diesem Tage wurden die zwischen Flanell angebrüteten Eier in Drahtnetzkästchen übertragen, um nun in fliessendem Wasser ausgebrütet zu werden. Diese Aenderung der Brutbedingungen hatte ganz allgemein, auch in der Kontrole, ein unerwartetes, ungewöhnliches Absterben zur Folge.

Am 30. Tage wurden je 3 Eier entnommen und untersucht; jene der Kontrole waren befruchtet und normal entwickelt, während die mit den Giften in Berührung gekommenen entweder unbefruchtet oder in der Entwickelung zurückgeblieben befunden wurden. —

Wir wenden uns jetzt zu unseren Nachfolgern bei der Anstellung von Versuchen zur Entscheidung der Schädlichkeit von Abwasserbestandteilen für die Fische und beginnen mit H. Borgmann.

Unsere Versuche erweiternd, hat H. Borgmann mit Chilisalpeter experimentiert. Obgleich wir es für ziemlich unwahrscheinlich halten, dass das teuere salpetersaure Natron in nennenswerten Mengen als Abwasserbestandteil auftreten kann, haben wir die Resultate doch nachstehend aufgenommen. Dasselbe gilt von den Versuchen mit Chlorkalium. 1 $^0/_{00}$ K Cl schädigte zwar einen Barsch, liess aber in 5 Stunden einen Weissfisch unberührt! Solche Konzentrationen kommen nicht vor. Ferner danken wir H. Borgmann Versuche mit Essigsäure, Milchsäure und Buttersäure. Auch hier möchten wir bezweifeln, dass so beträchtliche Mengen oder besser solch hohe Konzentrationen, wie der Versuchsansteller annimmt, in die Flüsse gelangen. Eine Auswahl der Versuche folgt.

Die Versuche mit Kochsalz und Chlorcalcium bringen nichts Neues, wohl aber zeigen jene mit Chlormagnesium eine so auffallende Unempfindlichkeit, dass wir einige derselben zur Vervollständigung unserer Versuche aufnehmen.

Eingehende Versuche wurden auch mit Zinkvitriol angestellt, von denen wir einige um so lieber aufnehmen, als J. König und auch L. Hampel sowie von Raumer die Empfindlichkeit der Fische gegen das Mittel stärker fanden, als dies nach unseren Versuchen der Fall zu sein schien.

Auch eine Versuchsreihe mit Seife wurde vorgenommen, aus der wir ebenfalls einige Beispiele aufnehmen, besonders um deswillen, weil Borgmann danach Blutergüsse in die Kiemen beobachtete, ein Symptom, welches wir nur nach Aetzkalk beobachteten.

Als ganz besonders dankenswert erachten wir indes des Versuchsanstellers Mitteilungen über die Flachsrottewässer und zwar einmal weil dieselben unsere Kenntnisse über die Einwirkungen faulender Gewässer überhaupt bereichern, dann aber auch weil die Versuche — was aus unseren Versuchsreihen nicht mit voller Deutlichkeit hervorging — klar erkennen lassen den stärkeren Einfluss der Erstickungsgefahr — und nur um eine solche kann es sich hierbei als Todesursache handeln — auf das grosse Tier, während unsere Versuche gegen die eigentlichen Gifte eine steigende Empfindlichkeit mit abnehmendem Körpergewicht darthaten. Borgmann unterscheidet — nicht besonders glücklich, wie uns scheinen will „frisches" und „acht Tage altes" Röstwasser, versteht aber unter dem „frischen" das Ergebnis eines 14 tägigen Röstens. Das acht Tage ältere ist natürlich im Wege von Fäulnisprozessen besser geworden, während sonst frische Abwässer mit organischen Substanzen durch das Faulen schlimmer werden.

---

*) Die Fischerei im Walde, Berlin 1892, Jul. Springer, pag. 123.

Untersuchte Substanz und Fischart	Gehalt der Lösung mg. im Ltr	Temp. d. Wassers °C.	Dauer des Versuchs	Verhalten des Fisches	Beteiligte Industrien Vergl. pag.:
Chilisalpeter					—
Barsch, 12 cm	10000	5	$3^{1}/_{4}$ Stunden	Sl., nach 4 Min. †.	
Barsch, 2 cm	5000	5	$4^{1}/_{2}$ Stunden	Anf. unruhig, kein Schad.	
Schleie, 12 cm	100	2	41 Stunden		
Karpfen, 7 cm	100	2	41 Stunden	Ohne Einwirkung.	
Forelle, 12 cm	100	5	$7^{1}/_{2}$ Stunden		
Chlormagnesium					
Weissfisch, 10 cm	12600	12,5	$4^{1}/_{2}$ Stunden	Sl., nach 15 Min. gelbfleck., erholt sich.	95 192
Weissfisch, 10 cm	10000	12,5	24 Stunden	Keine Wirkung.	
Barsch, 12 cm	12600	12.5	$4^{1}/_{2}$ Stunden	Keine Wirkung.	
Zinksulfat					
Barsch, 12 cm	500	5	18 Stunden	Sl., 5 Std. †.	95
Forelle, 12 cm	100	10	7 Stunden	Sl., 6 Std. †.	97
Forelle, 22 cm	10	6	31 Stunden	Sl., 30 Std. †.	102
Forelle, 12 cm	5	5	73 Stunden	Unruhig; bleibt leben.	192
Seife					
Schleie, 12 cm	1000	2,5	16 Stunden	Sl, 212 Min., Bluterguss in die Kiemen †.	101 102
Karpfen, 7 cm	1000	2,5	3 Std. 40 Min.	Sl., 105, unbed. Bluterg, †.	106
Schleie, 12 cm	100	4	24 Stunden	†.	131
Karpfen, 7 cm	100	4	24 Stunden	†.	
Forelle, 8 cm	50	6	53 Stunden	Lebt.	
Essigsäure					
Schleie, 12 cm	5000	2,5	2 Stunden	†.	114
Karpfen, 7 cm	5000	2,5	55 Minuten	Sl., 55 Min., erholt sich in r. W., nach 21 Std. †.	116
Forelle, 10 cm	500	10	8 Stunden	Bleibt am Leben.	
Buttersäure					
Schleie, 12 cm	500	2,5	8 Std. 20 Min	Sl., 300, †.	114
Karpfen, 7 cm	500	2,5	5 Stunden	Sl., 170, †.	116
Bachsaibling, 10 cm	500	2,5	1 Std. 20 Min.	Sl., 60, †.	
Schleie, 12 cm	60	2,5	41 Stunden	Bleibt leben.	
Karpfen, 7 cm	60	2 5	41 Stunden	Bleibt leben.	
Forelle, 22 cm	44	7,5	48 Stunden	Ansch. munter, n. 72 Std. †	
Forelle, 22 cm	22	7 5	24 Stunden	Ansch. munter, n. 48 Std. †.	
Milchsäure					
Forelle, 12 cm	500	10	3 Std. 35 Min	Sl., 3 Std. 10 Min. †.	118
Forelle, 10 cm	100	7,5	18 Stunden	†.	
Forelle, 12 cm	50	7.5	23 Stunden	Bleibt munter.	
Rottewasser, unfiltriert					
6 Forellen, 28 cm	100000	7,5	120 Minuten	Sl., 50 Min., †.	101
6 Forellen, 19 cm	100000	7,5	160 Minuten	Sl., 124 Min., †.	
6 Forellen, 10 cm	100000	7,5	180 Minuten	Sl., 130 Min., †.	
filtriert					
6 Forellen, 28 cm	100000	7,5	118 Minuten	Sl., 39 Min., †.	
6 Forellen, 18 cm	100000	7,5	156 Minuten	Sl, 98 Min., †.	
6 Forellen, 10 cm	100000	7,5	180 Minuten	Sl., 120 Min., †.	
Nach 8 Tagen, unfiltriert					
6 Forellen, 28 cm	100000	8	255 Minuten	Sl., 160 Min., †.	
6 Forellen, 19 cm	100000	8	285 Minuten	Sl., 194 Min., †.	
6 Forellen, 10 cm	100000	8	385 Minuten	Sl., 204 Min., †.	
filtriert					
6 Forellen, 28 cm	100000	8	240 Minuten	Sl., 180 Min.‘ †.	
6 Forellen, 19 cm	100000	8	280 Minuten	Sl., 200 Min., †.	
6 Forellen, 10 cm	100000	8	360 Minuten	Sl., 220 Min., †	

J. König und E. Haselhoff haben recht umfassende Versuche*) zu unserer Frage angestellt, dabei aber, wie schon erwähnt, s. S. 150, einen anderen Modus der Versuchsanstellung gewählt, den man sich wohl bei unveränderlichen Salzen gefallen lassen kann, nicht aber, wie mich bedünken will, bei Stoffen, deren Oxydations- bezw. Verflüchtigungsbestreben wir kennen. Bei Letzteren ist ein sicherer Massstab für den Höchstwert der Konzentration nicht zu gewinnen. Die Versuche entbehren deshalb in solchen Fällen nicht nur der Vergleichbarkeit mit unseren Versuchen und denen unserer Nachfolger, sondern sie werden überhaupt nahezu unbenutzbar Die Richtigkeit der letzteren Behauptung belegen wir durch den nachstehenden Satz, in welchem König sich über den Ausfall seiner Versuche mit Schwefelwasserstoff ausspricht: „Während C. Weigelt schon bei 1 mg Schwefelwasserstoff pro Ltr. Wasser für Forellen eine schädliche Wirkung beobachtete, fängt hier die schädliche Grenze anscheinend bei 3 mg, sicher erst bei 8—12 mg H_2S pro Liter Wasser an, weil der Gehalt an Schwefelwasserstoff erst gegen Ende des Versuches bestimmt wurde und bei der leichten Zersetzbarkeit desselben angenommen werden kann, dass der Gehalt zu Anfang des Versuches höher gewesen ist als zu Ende.“ Wenn ein Verfahren 3 mg als Resultat ergiebt, man aber nicht umhin kann, anstatt dieser 3 selbst 8—12 annehmen zu müssen, so ist das Verfahren eben so unsicher, dass die mit seiner Hülfe gefundenen Werte nicht wohl verwendbar sind. Andererseits vergleicht König seine Ergebnisse ständig mit den meinigen und wundert sich gelegentlich über die mangelnde Uebereinstimmung. Bei der Unsicherheit seiner Zahlen erscheint uns das um so weniger verwunderlich, als König mit einer hier nicht in Betracht kommenden Ausnahme nur mit Karpfen, Schleien und — Goldorfen arbeitete, die an Karpfen und Schleien gefundenen Werte aber nicht auf Forellen übertragbar sind. Wie er nun gar auf die unglückliche Idee verfallen konnte, mit Goldorfen zu experimentieren, bleibt völlig unerfindlich, denn derartige Versuche sollen doch der fischereilichen Praxis dienen, sie müssen also mit Fischen ausgeführt werden, welche in unseren öffentlichen Gewässern wirklich vorkommen, und nicht mit Aquariums- oder Springbrunnenfischen. Nur als Zierfisch, nicht aber als Nutzfisch hat die Goldorfe einige Bedeutung. Dass andererseits König unsere Zahlen immer zum Vergleich heranzieht, erscheint uns als Beweis, dass er die unsererseits — und von anderen — gehandhabte Methode doch nicht für so unbrauchbar hält, wie daraus gefolgert werden müsste, dass er es anders macht. Hätte er sich unseren, unserer Vorgänger und Nachfolger Wegen direkt angeschlossen, seine umfangreichen und sorgsamen Versuche würden in ihrer Vergleichbarkeit eine wesentliche Bereichung unserer Erkenntnis darstellen, während jetzt damit Niemand so recht etwas anzufangen weiss, und, wie aus obigem Citat hervorgeht, König selbst nicht.

Wir vermögen deshalb zu unserem Bedauern Königs Versuchen hier

---

*) Ueber die Schädlichkeit industrieller Abgänge für die Fische. Landwirtschaftliche Jahrbücher 1897, S. 75.

eine ausführliche Aufnahme nicht zu gewähren. Einiger Ergebnisse möchten wir indes trotzdem gedenken.

Neu sind, was das Mittel anlangt, Königs Versuche mit Chlorstrontium, Chlorbaryum und Pikrinsäure.

König motiviert die Vornahme der ersteren beiden Versuchsreihen durch die Mittheilung, dass „das Chlorstrontium neben den Chloriden von Alkalien und alkalischen Erden in einigen Steinkohlengrubenwässern auftritt; wir fanden in 6 verschiedenen Proben, 295—912 mg pro Liter. Auch tritt es in den Mutterlaugen einiger Salinen in grösseren Mengen auf“ und sodann „das Chlorbaryum tritt mitunter in schwefelsäurefreien Steinkohlengrubenwässern in nicht unbedeutenden Mengen auf. Wir fanden in 6 verschiedenen Proben von 27—1450 mg Chlorbaryum im Liter“. Andererseits aber sagt der geschätzte Verfasser: „Für die natürlichen Fischereiwässer haben das Chlorbaryum und sonstige lösliche Baryumsalze keine wesentliche Bedeutung, da sie aus den überall vorhandenen Sulfaten unlösliches Baryumsulfat bilden, welches unschädlich ist und niedergeschlagen wird.“

Wegen des von König hervorgehobenen Ermangelns einer fischereilichen Bedeutung haben wir es s. Z. unterlassen, Baryum- und Strontiumsalze in den Kreis unserer Versuche einzuschliessen.

Wir bedauern im Interesse der Fischerei, dass der geschätzte Herr Versuchsansteller die hierauf verwendete Mühe und Zeit nicht anderen Mitteln gewidmet hat. Es giebt noch manches, was nützlicherweise der experimentellen Erledigung harrt. „Ob sich die Fische, wie es scheint, gegen Chlorbaryum individuell sehr verschieden verhalten und sich in gewisser Hinsicht an dasselbe anpassen können,“ erscheint doch praktisch sehr gleichgültig, wenn wir wissen, dass die Tiere garnicht in die Lage kommen können, mit solchen Salzen als Schädlingen in Berührung zu treten.

Für die giftige Pikrinsäure fand König bei 50 mg im Liter nach 10 Stunden bei einem Karpfen von 40 gr und 13,75 ° C sichtliche Beeinflussung, welche am dritten Tage mit dem Tode endete. 20 mg im Liter wurden 10 Tage lang ertragen.

Von den sonstigen Versuchen übergehe ich die Ergebnisse mit Sauerstoffmangel, Schwefelwasserstoff und freier Kohlensäure aus bereits hervorgehobenen Erwägungen jene mit Kochsalz, Chlorcalcium und Ammoniak, weil sie im Vergleich mit unseren Versuchen wesentlich Beachtenswertes nicht ergeben, und jene mit Schwefelammonium, weil dort die Konzentration der Wässer zu hoch gewählt wurde (373—737 mg im Liter). „Die unterste Grenze der Schädlichkeit von Schwefelammonium ist noch nicht gefunden; diese Versuche bedürfen der Wiederholung.“

Für Ammoniumkarbonat fand König für Karpfen und Schleien eine wesentlich stärkere Empfindlichkeit — 170—180 mg schädlich —, als wir bei Forellen — 3000 mg bei kleinen Forellen $^1/_2$ Stunde lang einflusslos. Wenn das Resultat nicht auf Ammoniakverlust in der Atmosphäre zurückzuführen sein sollte, wonach König am Schluss der Versuche weniger finden musste, vermöchten wir uns die Abweichung nur dadurch zu erklären, dass die Handelssalze nicht selten verschiedenartig zusammengesetzt sind.

Da unter unseren Versuchen drei vorliegen mit weitaus höheren Gehalten, wie König als Widerstandsgrenze fand, so erscheinen unsere Befunde unanfechtbar. Vielleicht auch wären wir zu anderen Resultaten gekommen, wenn wir die Dauer unserer Versuche auf mehr als $^1/_2$ Stunde ausgedehnt hätten, was indess praktisch nicht notwendig erschien.

Für Chlorammonium und Ammoniumsulfat — von uns nicht berücksichtigt — findet König die Widerstandsgrenze für Karpfen und Schleien „schon bei 400 mg. sicher aber bei 700—1000 mg pro Liter“ bei auf etwa 8 Stunden bemessener Versuchsdauer (Temperatur?).

Chlormagnesium wirkte bei Karpfen von 80—120 gr „bei 9—14° C. zu 7—8000 mg pro Liter schädlich! Mehrere unserer Versuche ergaben bei höheren Temperaturen (25°) bei Bachfischen (Aal, Schleie, Rotauge; Weissfisch widerstand) schon bei sehr viel geringeren Konzentrationen — (1000 mg s. S. 156 — tötliche Beeinflussung bei nur zweistündiger Versuchsdauer innerhalb 16—18 Stunden.

Prinzipiell wichtig sind J. Königs Versuche über Zink- und Kupfersulfat sowie über Ferro- und Ferrisulfalthaltiges Wasser, insofern der Versuchsansteller sich dabei bemühte, den Einfluss der bei der Auflösung der neutralen Salze unter der Wirkung gewisser Wasserbestandteile zur Ausscheidung gelangten suspendierten Stoffe zu ermitteln. Bei unseren recht reinen Versuchswässern waren wir auf derartige Zufälle kaum aufmerksam geworden und doch erklären sie manche mangelhafte Uebereinstimmung gleichlaufender Versuche. Wir lernen daraus, dass wir auf die chemische Natur des Versuchswassers bei solchen Versuchen sehr sorgsam zu achten haben. auch natürlich mit Rücksicht auf die in der Praxis thatsächlich obwaltenden Verhältnisse. wie sie uns bei etwaigen gutachtlichen Aeusserungen entgegentreten.

Bei Zinksulfat vermochte J. König die unterste Grenze der Schädlichkeit nicht übereinstimmend zu ermitteln, da in einer ersten Versuchsreihe 37 mg Gesamt- und 31 mg gelöstes Zinkoxyd in Form von Sulfat nach 20 Stunden deutliche krankhafte Erscheinungen bewirkte, während in der zweiten Versuchsreihe diese Mengen nach 72 Stunden ohne Einfluss blieben und die Fische erst bei 55 mg gelöstem Zinkoxyd nach 40 Stunden Seitenlage annahmen. J. König nimmt indessen an, dass die schädliche Wirkung bei rund 31 mg Zinkoxyd gleich rund 110 mg Zinksulfat (krystallwasserhaltig) im Liter beginnt. Nach unseren Versuchen waren bei kurzer Versuchsdauer (1 Stunde bezw. 10 Minuten) und klar bleibenden Lösungen bei Bachfischen selbst mit 1000 mg im Liter keine dauernden Schäden eingetreten — s. Seite 156 —. während H. Borgmann — s. Seite 162 —, über dessen Wasser wir Näheres nicht wissen, zwar für Bachfische ebenfalls. selbst bei langer Versuchsdauer, starke Unempfindlichkeit konstatierte, bei Forellen aber grosse Hinfälligkeit beobachtete. Ed. von Raumer*) endlich sah nach $2^1/_2$ Stunden mit 140 mg p. Liter Weissfische verenden. Wir können diese verschiedenen Ergebnisse nicht anders deuten, als durch den Hinweis auf die wechselnden Mengen

*) Forschungsberichte über Lebensmittel und ihre Beziehungen zur Hygiene etc. II 1895. 17.

ausgeschiedenen Zinkhydroxyds welche sich zwischen den Kiemen abgesetzt haben dürften.

Auch bei Kupfersulfat, wobei es sich um Ausscheidungen von Kupferkarbonat handelt, fand J. König im Vergleich mit unseren Versuchen stärkere Emfindlichkeit seiner Versuchstiere (Karpfen und Schleie), insofern bereits 12 mg Kupfersulfat (krystallwasserhaltig) und „sogar noch geringere Mengen auf die Dauer nachteilig wirkten“, während wir unsere Versuche nur bis 100 mg abwärts ausdehnten, dabei allerdings nach 7 Minuten schon heftige Einwirkungen, wenn auch ohne dauernden Schaden konstatierten.

Aehnlich liegen die Verhältnisse bei Ferri- und Ferrosulfat; auch hier müssen Ausscheidungen von Ferrihydroxyd die Empfindlichkeit beeinflussen. J. König fand — leider nur für Goldorfen — gegen unsere Versuche stärkere Empfindlichkeit, während gegen Kali- und Chromalaun die Goldorfen weniger empfindlich waren als unsere Forellen.

Wir schliessen hier noch*) Versuche von E. Haselhoff und B. Hünnemeier an, welche angestellt wurden zur Entscheidung der Frage der Giftigkeit einer Reihe moderner Farbstoffe. Als Versuchstiere dienten überwiegend Schleien, in einzelnen Fällen auch zugleich Karpfen. Die nachstehende Tabelle zeigt dann ein (K). Ueber den Modus der Versuchsanstellung fehlen nähere Angaben. Es erscheint bedauerlich, dass die Veruchsansteller bei Methylenblau und Chrysoidin nicht bis zur Widerstandsgrenze herunterzukommen trachteten.

Untersuchter Farbstoff	Gehalt der Lösung mg. im Liter	Temperatur des Wassers °C.	Dauer des Versuchs	Verhalten der Fische
Methylenblau . . (K)	217,5—177,5	6—12	7 Tage	Fische erkranken †.
Methylenblau . . (K)	157,5—57,5	6—12	7 Tage	Fische erkranken †.
Chrysoidin	5,0	3—4,5	8 Stunden	Fische erkranken †.
Bismarckbraun . . .	8,0	3,5—5	4 Tage	Fische erkranken †.
Bismarckbraun . . .	5,0	3,5—5	4 Tage	Ohne Einwirkung.
Martiusgelb . . (K)	85,0	10—12,5	4 Tage	Fische erkranken †.
Martiusgelb . . (K)	57,5	10—12,5	4 Tage	Ohne Einwirkung.
Indigotin . . . (K)	471,5	9—17,5	5 Tage	Ohne Einwirkung.
Naphtolschwarz . . .	150	5—8,5	3 Tage	Ohne Einwirkung.
Wollschwarz	150	5—8,5	3 Tage	Ohne Einwirkung.
Diamantfuchsin . (K)	125,0	7,5—10	14 Tage	Ohne Einwirkung.
Metanilgelb . (K)	120,0	7—10	14 Tage	Ohne Einwirkung.
Kongoroth	110	3—8,5	5 Tage	Ohne Einwirkung.
Azoorseille	100,0	4—8,5	4 Tage	Ohne Einwirkung.
β Naphtolorange . . .	100	7,5—10	14 Tage	Ohne Einwirkung.
Napholgrün	100	4—8,5	3 Tage	Ohne Einwirkung.
Dinitrokresol . . .	80	4—8,5	3 Tage	Ohne Einwirkung.
Dinitroresorcin . . .	80	4,5—9	6 Tage	Ohne Einwirkung.
Chrysamin	60,0	4—8,5	3 Tage	Ohne Einwirkung.

*) J. König. Verunreinigung der Gewässer. II. Auflage, II, pag. 339.

Leider fehlen Angaben über die Grösse der Fische, auch die Widerstandsdauer ist nur nach Tagen, d. h. etwas sehr ungenau angegeben. Bei den gegen Methylenblau, Chrysoidin, Bismarckbraun geprüften Fischen bemerken die Versuchsansteller: die inneren Organe sind mit dem Farbstoff durchsetzt.

Ludwig Hampel hat sich, wie erwähnt, der dankenswerten Mühewaltung unterzogen, unsere Versuche, soweit sie K. W. Jurisch in sein Buch aufgenommen und soweit dieselben sich auf Forellen beziehen, einer eingehenden und sorgsamen Nachkontrole zu unterwerfen. Leider hat ihm unsere Originalpublikation nicht zur Verfügung gestanden. Im Interesse der Sache hätten wir gewünscht, dass wenigstens alle wesentlichen Versuche, wie wir sie etwa auf Seite 154—157 angeführt haben, nachgeprüft worden wären. Mancherlei scheinbare Abweichungen, welche L. Hampel konstatierte, wären dann durch die Versuche mit der nächst höheren oder nächst niedrigeren Konzentration erklärt, nicht vorgekommen. Es kann natürlich nicht erwartet werden, dass bei zweifellos abweichendem Wasser und der durch die Anpassungen dieses oder jenen Wassers bedingten subjectiven Widerstandsfähigkeit der Fische eine volle Uebereinstimmung verschiedener Beobachter erzielt wird. Immerhin stimmen die Versuche im Grossen und Ganzen so vollständig mit den unserigen überein, dass wir dadurch, trotz der aufgewendeten Vorsicht und Sorgfalt, im Hinblick auf die Fülle der Fehlerquellen auf das Angenehmste überrascht waren. Unter den bemerkenswerten Abweichungen erwähne ich, dass L. Hampel eine stärkere Empfindlichkeit gegen Seifenlösung fand, die sich indes aus der unbestimmten Natur des Begriffes „gewöhnliche harte Seife“ unschwer erklärt. Gegen Kalialaun ergab sich eine geringere Empfindlichkeit, die, wie oben bereits bemerkt, nach der Natur des Wassers leicht hervortreten kann. Es erwies sich ferner Forellenbrut gegen 25 bezw. 10 mg Ammoniak im Liter weniger empfindlich, als wir gefunden hatten.

Eine grössere Empfindlichkeit gegen Zink- und Kupfersulfat ergab sich ebenfalls, der wir oben bereits gedacht haben.

Schweflige Säure (0,5 mg), welche unsere Forellenbrut getötet hatte, erwies sich dort in dieser Konzentration unschädlich, wie andererseits solcher Forellenbrut 100 mg arsensaures Natron dort weniger schädlich war, als bei unseren Versuchen.

Endlich wurden unbedeutende Abweichungen gegen unsere Aetzkalkversuche beobachtet. Die Hampelschen Forellen erwiesen sich als empfindlicher, was durch die Annahme eines stärkeren Kohlensäuregehalts unseres Wassers sich leicht erklärt, wofür unsere Ergebnisse mit Ammoniakkarbonat sprechen.

Gerade die in Rede stehenden Versuche und die mancherlei Mitteilungen über durchaus übereinstimmende Resultate, welche uns zugingen, liefern uns den Beweis, dass in dem Schlusssatz zu unserer Arbeit im Jahre 1884 die Beweiskraft solcher Versuche unterschätzt und die Vorsicht etwas zu weit getrieben wurde, wenn wir damals schrieben:

„Vor Allem möchte ich zu verhüten suchen, dass meine Zahlen als feststehende Werte bei etwaiger gutachtlicher Aeusserung über Fragen der

Schädlichkeit von Abwässern für Fischzucht und Fischhaltung herangezogen werden; ich kann sie höchstens als Anhaltepunkte benutzt wissen wollen und die ganze Arbeit als ersten allgemein gefassten Versuch zur Klärung einer hochwichtigen Frage. Von einer Lösung derselben sind wir noch sehr weit entfernt."

Wohl hat auch heute noch der Schlusssatz seine Gültigkeit nicht verloren, immerhin aber bietet das vorhandene Beobachtungsmaterial eine recht beachtenswerte und brauchbare Unterlage bei Beurteilung etwa möglicher fischereilicher Schädigung.

Vergleichen wir indes das oben über die Vielseitigkeit der Abgänge aus unseren Industrien gesagte und die hohen Koncentrationen, in welchen die abwässerliefernden Industrien ihre Auswurfstoffe in die Gewässer senden mit den eben berührten Thatsachen, so wird der Wunsch erklärlich, dass im Interesse der Fischerei hier Wandel geschaffen werden muss, wollen wir uns nicht der Gefahr einer vollständigen Verödung unserer Wasserläufe aussetzen.

Andererseits darf bei der Beurteilung einer zu vermutenden Wasserverunreinigung und deren schädlicher Einwirkung auf die Fische die Rücksicht auf die natürlichen Krankheiten der Fische nicht ausser Acht gelassen werden. Ist doch die Anzahl derselben, wie die Forschungen der biolog. Station in München ergeben haben, eine sehr beträchtliche und ihre oft epidemische Wirkung zuweilen sehr schwer und umfangreich. Es ist hier nicht der Ort, eine Aufzählung aller bisher beobachteten Fischkrankheiten zu liefern. Wir wollen nur auf einige besonders häufige Epidemien aufmerksam machen. So leidet seit ca. 2 Jahrzehnten die Barbe im Moselgebiet an der sogen. Beulenkrankheit, einer Infection mit einem tierischen Parasiten (Myxobolus Pfeifferi). Viele Hunderte von Zentnern dieses Fisches gehen in manchen Jahren, mit beulenartigen Anschwellungen und Geschwüren behaftet, daran zu Grunde. Überaus weit verbreitet, besonders in Teichen, ist eine Krankheit des Karpfens, die sog. Pockenkrankheit, welche gleichfalls durch eine Infektion mit einem einzelligen tierischen Parasiten (Myxobolus cyprini Hofer) hervorgerufen wird und woran alljährlich viele Hundert Zentner Karpfen absterben oder doch in ihrem natürlichen Zuwachs schwer geschädigt werden. Unter den Salmoniden treten besonders zwei Krankheiten häufig auf, d. i. die Furunkulose bei Forellen und Bachsaiblingen und die Fleckenkrankheit des Bachsaiblings, beide verursacht durch Bakterien, welche im ersten Falle die Fische unter Bildung von Furunkeln, im zweiten unter den Erscheinungen weisslicher Hautflecken (Epitheldefekte und hochgradigen Darmentzündungen) dahinraffen. Beide Krankheiten treten freilich fast nur in Zuchtanlagen auf, die Furunkulose fehlt aber auch nicht in freien Bächen.

Bakterieninfektionen sind bei den Fischen gerade so häufige Erscheinungen wie bei den höheren Tieren. Wir erinnern hier nur noch an die Rotseuche des Karpfens (verursacht durch Bact. piscicidum Fisch. u. Enoch), an die Rotseuche des Aals (veranlasst durch Bact.), an die Rotseuche der Weissfische (verursacht durch Bact. vulgare), welch letztere in freien

Gewässern wiederholt beobachtet wurden. Alljährlich hören wir besonders im Frühjahr nach dem Auftauen des Eises in nicht wenigen Seen von dem Absterben der Hechte, Barsche und Weissfische, welche wahrscheinlich auch Bakterien zum Opfer fallen, die sich unter den auf die Fische schon an sich schädlich wirkenden Verhältnissen unter der Eisdecke besonders reichlich und massenhaft entwickeln können. Denken wir noch an die vielen tierischen Parasiten aus den Stämmen der Protozoen (wie Ichthyophthirius, vielen Sporozoen) der Würmer (Bandwürmer, Saugwürmer, Kratzer, Fadenwürmer, Egel), der parasitischen Krebse (Karpfenläuse, Lernaeocera etc.), welche zwar nur unter seltnen Umständen grössere Fischsterben veranlassen, und erinnern wir noch daran, dass auch durch Fadenpilze (Saprolegnien) zahlreiche Fische zu Grunde gerichtet werden, dann werden wir nicht bestreiten können, dass es nicht wenige Ursachen für das Absterben von Fischen giebt, die auch in der freien Natur ohne direktes Zuthun des Menschen auftreten. Indirekt kann allerdings auch der Mensch Krankheiten der Fische hervorrufen, sei es, dass er dieselben in seinen Zuchtanlagen unter ungünstige Existenz- und Ernährungsbedingungen bringt — darauf einzugehen ist hier nicht der Ort — sei es, dass er die freien Gewässer mit fäulnisfähigen organischen Substanzen verunreinigt und damit der massenhaften Entwicklung von Bakterien darunter auch den für Fische und besonders für den Krebs pathogenen Arten den nötigen Nährboden schafft. So ist z. B. das Aussterben unseres Krebses durch die sog. Krebspest nach den Untersuchungen von B. Hofer in letzter Instanz auf die Wirkung der Wasserverunreinigungen mit faulenden Substanzen zurückzuführen.

Ist somit bei der Beurteilung einer für den Fischbestand schädlichen Wasserverunreinigung in jedem Falle zu erwägen, ob nicht eine natürliche Erkrankung der Fische vorliegt, so giebt es doch zur Entscheidung dieser Frage ausser der mikroskopischen und bakteriologischen Untersuchung der erkrankten oder toten Tiere gewisse äussere Merkmale, die mit grosser Wahrscheinlichkeit für den einen oder den andern Fall sprechen.

So wird die Rücksichtnahme auf die stärkere Unempfindlichkeit grosser Tiere gegen die einzelnen Gifte und das Umgekehrte, wenn es sich um Erstickungsgefahren handelt, nicht selten gute Diense leisten, namentlich wenn es darauf ankommt, zu entscheiden, welche von zwei Fabriken, deren eine etwa schädliche Salze, die andere aber fäulnisfähige Substanzen auswirft, den Schaden verursachte.

B. Hofer hat mit Recht zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass das Bild eines Massentodes von Fischen, welcher durch eine natürliche Erkrankung hervorgerufen ist, sich wesentlich von demjenigen unterscheidet, welches einer künstlichen Wasserverunreinigung seine Entstehung verdankt. Im ersten Falle finden wir, soweit unsere bisherigen Erfahrungen reichen, fast immer nur eine einzige Fischart auf dem Totenfelde, da die natürlichen epidemischen Krankheiten an einem Ort und zur gleichen Zeit meist nur an einer Art auftreten, nicht aber zugleich auf mehrere Arten sich ausdehnen. In schroffstem Gegensatz hierzu sehen wir bei dem gewaltsamen Tod, wie er durch Wasserverunreinigungen hervorgerufen wird, das Leichen-

feld mit den Kadavern zahlreicher, meist aller dort zusammenlebenden Arten bedeckt. Das erscheint uns auch völlig plausibel, da es sonst in der ganzen Natur keine Krankheitserreger giebt, die ohne Unterschied alles Lebende an einem Ort zugleich vernichten, während der gewaltsame Eingriff einer Wasservergiftung dies naturgemäss vollbringen muss.

Erhält ein Sachverständiger bei einem Fischsterben gleichzeitig zahlreiche Fischarten von einem Ort zur Untersuchung eingesendet, so kann er mit der grössten Wahrscheinlichkeit auf einen gewaltsamen Tod derselben schliessen. Dieser wichtige Hinweis B. Hofers erscheint uns um so bedeutungsvoller, als wir leider z. Z. keine pathologisch-anatomischen Merkmale für die spezifischen Wirkungen der „Fischgifte" kennen und daher fast nie in der Lage sind, auf mikroskopischem Wege eine Fischvergiftung zu diagnostizieren. Es wird das um so erklärlicher, wenn wir beachten, dass die Wirkung der Fischgifte auch bei verschiedenen Konzentrationen sehr verschieden sein kann. Chlorkalk wirkt z. B. bei stärkeren Konzentrationen ätzend auf die respiratorische Kiemenoberfläche, bei grossen Verdünnungen wird dagegen zuerst die Grundsubstanz der roten Blutkörperchen in den Kiemencapillaren aufgelöst, während die zurückbleibenden Zellkerne die Capillaren verstopfen, so dass die Fische unter den Symptomen der Erstickung eingehen. Wir wissen ferner, nach Hofers Untersuchungen, dass reichliche Eisenverbindungen im Wasser eine Trübung der Hornhaut und Erblindung der Fische hervorruft, wir wissen, dass Aetzlaugen, wenn sie den Fischkörper nur an einzelnen Stellen treffen, (z. B. beim Vermischen von Kalilauge mit Öl, beim Reinigen von alten Ölanstrichen) sogen. Aetzflecke, das heisst Epitheldefekte und Blutergüsse in die darunter liegende Unterhaut hervorrufen, wir wissen, dass der Erstickungstod der Fische an dem weit aufgerissenen Rachen und dem Abspreizen der Kiemendeckel erkannt werden kann: es ist ferner bekannt, dass bei Sprengungen mit Dynamit oder ungelöschtem Kalk die Schwimmblase der Fische platzt und die Wirbelsäule in Stücke zerrissen wird. Wir haben, dank Hofers Versuchen, erfahren dass bei vielen Vergiftungen, wie z. B. bei Karbolsäureverunreinigungen des Wassers und anderen Nervengiften gar keine mikroskopisch nachweisbaren Veränderungen am Fisch auftreten und dass die meisten Säuren, Alkalien und Metallsalze zuerst das feine zarte Kiemenepithel zerstören, welches am natürlich verendeten Fisch auch normaler Weise schon wenige Stunden nach dem Tode zersetzt wird, sodass in weitaus den meisten Fällen von akuten Vergiftungen ein spezifischer Nachweis derselben schon aus diesem Grunde ausgeschlossen ist. Unsere Judicatur sollte daher diesen thatsächlichen Verhältnissen Rechnung tragen und nicht darauf bestehen, dass an dem Kadaver der unzweifelhafte Nachweis einer ganz bestimmten Vergiftung geführt werden muss, um dieselbe an sich als erwiesen zu betrachten. Ein wirklich Sachverständiger wird aus der sorgsamen Beobachtung der in Frage kommenden Nebenumstände in den meisten Fällen selbst ohne nähere Untersuchungen in der Lage sein, mit dem Anspruch grösster Wahrscheinlichkeit sein Gutachten abgeben können.

Unsere Hülfsmittel gegen die Wasserverunreinigung.

Selbstverständliche Maassnahmen. Das beste Mittel zur Reinerhaltung unserer Gewässer besteht darin, dass wir sie nicht verunreinigen.

Mit bewusster Absicht wurde dieser scheinbar trivial und in seiner Selbstverständlichkeit paradox klingende Satz an die Spitze dieses Abschnittes gestellt.

Wären wir in der Lage, jeder Verunreinigung unserer Gewässer, welche die Lebensinteressen der Anwohner oder ihrer Betriebe nicht berührt, die sich mit einigem guten Willen und ohne nennenswerte Kosten bewirken liesse, zu begegnen, so gelangte aus den Häusern und den industriellen Anwesen nur ein verhältnismässig unbedeutender Bruchteil dessen in die Gewässer, womit wir gegenwärtig dieselben belasten.

Sind es auch vielleicht im einzelnen Falle nur kleine, an sich unbedeutende Rinnsale, welche den Betriebs- und Wohnstätten entströmen, um in die Wasserläufe zu gelangen und können deren Wassermengen gegenüber jenen der aufnahmebereiten Gewässer minimal genannt werden, so unbedeutend, dass man weder im fischereilichen noch hygienischen Interesse von der Möglichkeit einer Schädigung durch dies Abwasser, oder jene Schaufel voll Unrat, reden kann, so tröstet sich der Einzelne damit, dass er für seine Person sicher keinen Schaden bringt — wenn er sich bei diesem seinem Thun und Lassen überhaupt etwas denkt.

Zugestanden, aber an jedem Wasserlauf liegen hunderte und tausende solch kleiner Unratquellen und „Brinkel machen Brod“, lassen wir den Schlesier sagen — um ein bekanntes deutsches Sprichwort zu vermeiden, welches sich weniger zart ausdrückt.

Wenn auch jede einzelne dieser Sündigungen an der Reinheit der betreffenden Gewässer nahezu einflusslos sein sollte, nahezu, so kann doch ihre Gesamtheit ihre Spuren recht deutlich sehen lassen, obgleich anerkannt werden muss, dass bei der oft hervortretenden Vielseitigkeit der verschiedenen Abwässer eine gegenseitig günstige Beeinflussung, d. h. eine Milderung oder selbst Beseitigung des möglichen Schadens der einen Quelle der Verunreinigung durch eine andere gelegentlich nicht ausgeschlossen ist.

Bei Gelegenheit der Besprechung der natürlichen Verunreinigungen, welche im Wesentlichen in unbeträchtlichen Gehalten sich äussert, haben wir gesehen, welche ungeheuren Mengen dabei thatsächlich herauskommen, wir werden also auch annehmen dürfen, dass wir hier aus kleinen Quellen ähnlichen Massen begegnen können.

Möchte doch vorab Jeder sein Teil dazu beitragen, dieser ohne böse Absicht hervorgebrachten Verunreinigung zu steuern: die Schule bereits müsste diesem Frevel an unseren Gewässern durch Belehrung einen Hemmschuh anzulegen trachten: das wäre eines Kulturstaates, eines Kulturvolkes würdig.

Wir sind bisher von der Annahme ausgegangen, dass diese an sich unbedeutenden Mengen verunreinigender Substanzen nun auch wertlos wären, aber das ist thatsächlich keineswegs immer der Fall.

Die neueste Zeit hat in der Verwertung und Ausnutzung der Auswurfstoffe beachtenswerte und freudig zu begrüssende Bahnen eingeschlagen; überall beginnt die Erkenntnis von dem Wert des scheinbar Nutzlosen sich durchzuringen dank der durch die Verhältnisse erzwungenen Notwendigkeit, den Pfennig zu ehren im Kampf ums Dasein.

Nutzlos an sich ist nichts, man muss nur verstehen — im eigensten Vorteil — zu sammeln und zu verwerten; der Lohn wird nicht ausbleiben.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass eine grosse Zahl von Industrien und verunreinigenden Faktoren in der Lage wäre, unsere Flüsse vor Abgängen bewahren zu können, ohne selbst durch den Verschluss dieses Abfuhrweges nennenswert geschädigt zu werden, ja, es lässt sich sogar vertreten, dass in recht vielen Fällen die Gewerbe, wenn sie gezwungen würden, ihre Abwässer wieder zu verarbeiten, daraus noch einen nicht unerklecklichen Nutzen erzielen könnten. In diesem Falle befinden sich z. B. die kleineren Orte, die Gutshöfe und landwirtschaftlichen Betriebe, welche die wertvollen Fäkal- und Düngestoffe oft nutzlos vergeuden. In grossen wie kleinen Haushaltungen steht es nicht besser; gar manches liesse sich hier noch verwerten oder wenigstens schadlos vernichten, um ferneren möglichen Schaden zu verhüten. So z. B. sollte mehr als bisher die Ofenfeuerung zur Vernichtung unbrauchbarer, möglicherweise schädlicher Reste Verwendung finden. Mancher Rest liesse sich mit den letzten Ergebnissen der Herdwärme trocknen und dann sogar noch nutzbringend verfeuern.

In ähnlicher Lage befinden sich die chemischen Industrien, welche bestrebt sein sollten, ihre Abgangswässer sehr sorgsam darauf zu prüfen, ob sich im Wege der Aufarbeitung dieser oder jener Abfälle ein Nutzen erzielen lasse und ebenso die Textil-Industrie, die sowohl dei der Verarbeitung der Rohmaterialien, als auch bei der Wiederverarbeitung gebrauchter Stoffe (Shoddy-Industrie) mit den Reisswölfen eine Unsumme Staub und Schmutz erzielt, der in den meisten Fällen, wenn irgend möglich, den Flüssen anvertraut wird; hierzu gehören auch die Abfälle von Baumwoll-, Leinen- und Sammetfabriken und der Kokosfaser-Industrie. Auch der landwirtschaftlichen Gewerbe müssten wir hier gedenken, und dieser um so mehr, als ihre vielfach nutzlos vergeudeten Reste sich in der Wirtschaft meistens leicht, sei es für Futter- oder Düngezwecke, verwerten lassen. Noch gar manche Beispiele gedankenloser Verschwendung liessen sich anfügen.

Hier wäre überall noch viel zu verbessern und Wertloses gewinnbringend auszunutzen. Beachtenswerte Anfänge bieten die modernen Treber-, Schnitzel- und Pülpetrockenapparate, die Schwanzfänger der Zuckerfabriken, die Kohlen- und Sägemehl-Briquetfabriken, die Poudrettefabriken und die Apparate zur Verarbeitung tierischer Cadaver, die Bemühungen zur Verwertung bezw. Beseitigung des Hausmülls (Müllverbrennung). (Vergl. S. 135.)

All diese erfolgreichen Bestrebungen, bisher Nutzloses einer Verwertung entgegenzuführen, sind unseren Gewässern, wie sich vielerorts nachweisen lässt, jetzt schon sehr wesentlich zu Gute gekommen.

Wenn aber ein gewisses Gewicht darauf gelegt wurde, an sich wertlose oder geringwertige Auswurfstoffe nutzbar zu machen, so verdient doch

dieser Satz unter bestimmten Umständen eine gewisse Einschränkung. Es können Verhältnisse eintreten, welche diesen Werten höhere und wichtigere Ziele entgegenstellen. Kaum bei den industriellen Auswurfstoffen, wohl aber bei jenen der Grossstädte! Hier tritt dem Wunsche einer Verwertung der an sich wertvollen und volkswirtschaftlich nutzbaren und nützlichen Abgänge das zwingende Verlangen der Städte nach Beseitigung und Entfernung aus ihrem Weichbilde, ohne Rücksicht auf Wert und Nutzen, lediglich im Interesse von Wohlfahrt und Gesundheit ihrer Bewohner entgegen.

Diesen Faktoren gegenüber kann der wirtschaftliche Wert nicht Stand halten, denn eine gesunde Bevölkerung wird die verlorenen Werte durch erhöhte Arbeitsfähigkeit leicht einbringen. Aber auch die grossen Städte dürfen mit ihren an sich berechtigten Bestrebungen nach Entfernung ihrer Unratstoffe sich der Pflicht der Gesunderhaltung der Gewässer ihrer Landschaft, ihres Landes im Interesse der Allgemeinheit seiner Bewohner nicht entziehen, ohne wenigstens das Menschenmögliche zu deren Reinerhaltung zu unternehmen. Die Städtereinigung, die Gesunderhaltung menschlicher Wohnstätten stellt unseres Erachtens das einzige wirklich zwingende Moment dar, welchem sich, wenn alles Andere versagt, der Wunsch einer Verhütung der Flussverunreinigung zu beugen hat, dem zeitweilig Unabänderlichen gegenüber, bis der Fortschritt in Wissenschaft und Technik auch hier Wandel zu schaffen gelernt haben wird.

Wenn oben in der Unachtsamkeit und Gleichgültigkeit der Anwohner unserer Gewässer ein abstellbares Verschulden an der Verunreinigung erblickt wurde, welches sogar durch die Aussicht auf Gewinn aus der Verwertung scheinbar nutzloser Bestandteile der Einwurfstoffe nicht eingedämmt wurde, so mussten wir doch eben zugeben, dass gewisse Umstände zwingend zu einer Verunreinigung unserer öffentlichen Gewässer führen können.

Wir liessen hierfür die Bedürfnisse der Städtereinigung gelten und zwar allein weil verknüpft mit Wohl und Wehe menschlicher Wohnstätten.

Nicht dasselbe Recht können wir der Industrie allgemein zugestehen. Es trat kein Kohlenmangel bei Osnabrück ein, seit der Piesberg den Betrieb einstellte, weil er ausser Stande war, seine Grubenwässer schadenlos abzuführen.

Fast jede Betriebsstätte ist heutzutage, ohne wirtschaftlichen Schaden für die Allgemeinheit, ersetzbar. —

Herr von Behr hat einmal das sehr beifällig aufgenommene Wort ausgesprochen:

Jeder Fisch in das richtige Wasser!

Ich möchte dem den Satz an die Seite stellen:

Jede Fabrik an den richtigen Ort!

Fischereilich dürfte, solange wir noch die Hoffnung hegen, unsere öffentlichen Gewässer mit Fischen bevölkert zu sehen, der letztere Satz für unsere Kulturstaaten der wichtigere sein, um so mehr, als wir z. Z. von vielen Fischgewässern nicht einmal wissen, welches denn für sie der zweifellos richtige Besatz wäre.

Die Industrien der Bergbau-Gewerbe und der damit unmittelbar zusammenhängenden metallurgischen Betriebe sind unabänderlich an ihren Platz gebunden, ebenso die Städtereinigung. Wir können nicht Berge versetzen und grosse Städte lassen sich nicht verlegen. Manche andere Industrie ist durch ihr Rohmaterial an gewisse Gegenden gebunden und auch mancher Betrieb, wie nicht in Abrede gestellt werden soll, auf den gerade zur Verfügung stehenden Grundbesitz ihres Begründers. Namentlich der letztere Umstand wurde nicht selten verhängnisvoll für die Anlage selbst, wie für den Zustand, in welchem die Abwässer infolge von Raummangel für Reinigungsvorrichtungen etc. das industrielle Anwesen verlassen müssen. Steht die Fabrik einmal, dann lässt sie sich nicht verschieben; es muss eben bei notwendig scheinenden Erweiterungen, Vergrösserungen des Betriebes mit den einmal gegebenen Verhältnissen gerechnet werden und hierbei kommen etwaige Reinigungsanlagen meist zu kurz als das in den Augen der Fabrikanten minder wichtige. Die öffentlichen Wasserläufe mögen sehen, wie sie sich mit der verderblichen Gabe abfinden, im äussersten Falle bleibt ja leider immer noch — namentlich bei in Mitleidenschaft gezogenen Privatgewässern — der Erwerb oder die Pachtung des betreffenden Gewässers, welches dann durch seinen dauernden oder zeitweiligen Besitzer nach Herzenslust verunreinigt wird.

Es erscheint also wohlberechtigt, bei der Sorge für die Reinhaltung unserer Gewässer sehr entschieden darauf hinzuweisen, dass eines der erfolgreichsten Mittel zum Gesundbleiben und -erhalten unserer Wasserläufe in der sorgsamsten Erwägung aller Umstände bei der Wahl des Domizils eines Gewerbes gesucht werden muss.

Ferner wäre von jeder Industrie, von jedem Gewerbe, von jedem Hausstande, falls eine anderweitige Abfuhr unthunlich und eine völlig entsprechende Reinigung vielleicht wegen der geringfügigen Abwassermenge im Vergleich mit der Mächtigkeit des öffentlichen Aufnahmegewässers nicht verlangt werden kann, zu fordern, dass die Einläufe der Abwässer zum mindesten nicht stossweise, sondern nach vorheriger Magazinierung in Sammelbassins in ständigem Strome während der gesamten Arbeitszeit des Werkes oder noch besser während der 24 Stunden des Tages erfolgt. Wird hierauf geachtet, dann wird zwar die Menge der verunreinigenden Stoffe nicht vermindert, wohl aber die Wahrscheinlichkeit eines möglichen Schadens, da solche ständigen Zuflüsse, namentlich wenn für Einrichtungen, welche das Mischen der Gewässer erleichtern, Sorge getragen wird, alsdann eine regelmässige und vielfach ausreichende Verdünnung ohne Weiteres erfahren.

Sind die schädlichen Abwässer eines Gewerbes sehr koncentriert, dann ist darauf zu achten, dass der Schädlicheit durch ausreichende Verdünnung bereits innerhalb der Fabrikanwesen vorgebeugt werde. Es mag indes hier gleich eingeschaltet werden, dass wir eine Reihe von Industrien haben, welche so grosse Mengen von Abwasser produzieren, dass bei ihnen eine Verdünnung derselben zwar wünschenswert, aber in vielen Fällen thatsächlich unmöglich ist, wie z. B. bei den Grubenwässern, den Pumpwässern der Bergwerke,

den Kohlen-Waschwässern und wenigstens vielfach den Abwässern von Zucker- und Stärkefabriken etc.

Hier hätte ich noch der Schwierigkeiten zu gedenken, welche sich der Mischung der Abwässer entgegenstellen, so zwar, dass wir die Einflüsse einer rechtsseitigen Fabrik selbst in grossen Strömen bei starker Abwasser-Produktion, wie die Zahlen der Tabelle auf Seite 74 beweisen, kilometerweit wahrnehmen können.

Es kann deshalb nicht dringend genug auf Vorrichtungen hingewiesen werden, welche das Durchmischen der Abwässer mit dem Flusswasser unterstützen bezw. fördern. Eingebaute kleine Wehre und Strömungshindernisse sowie Vorrichtungen zur Ablenkung der Strömung der Einflusswässer gehören hierzu, sowie auch künstliche Buchten, in welche vorerst das Abwasser eintritt und in welchen dann durch direkte Einführung von fliessendem Wasser, aus dem Aufnahmegewässer von oberhalb hergeleitet, eine teilweise Verdünnung vor Eintritt in das Hauptgewässer erfolgt.

Alle diese eben erwähnten Vorrichtungen dienen ferner noch einer weiteren für die Gesundung sehr wesentlichen Aufgabe, nämlich der Zufuhr von Sauerstoff zu dem desselben beraubten Abwasser. Man sollte sich des weiteren bemühen, vor dem Einfluss der, wenn möglich, verdünnten Abwässer, falls es die Gefällverhältnisse irgend gestatten, kleine Wasserfälle, Ueberfälle, Staue, Strudel, sei es auch nur durch eingelegte Reiserhürden oder dergleichen zu gestalten, oder aber auf komplizierterem Wege durch Herstellung von Schlagrädern und anderem mehr dieses Ziel der Anreicherung mit Sauerstoff zu fördern.

Es wird wohl auch für besonders empfehlenswert gehalten, die Abwässer dadurch an der Verunreinigung unserer Wasserläufe zu verhindern, dass man sie ins Grundwasser, durch Versinken, abfliessen lässt. Dies Beginnen erscheint indes unter Umständen recht bedenklich, namentlich wenn es sich um grosse Massen solcher Schmutzwässer handelt, da wir bekanntlich auch Untergrund-Strömungen haben, welche dann diese Abwässer an Orte führen, wo sie mindestens gesagt recht überflüssig sind; unter Umständen können sie dort aber direkt schädlich wirken, wenn auch nicht in fischereilichem Sinne sondern im allgemeinen hygienischen Interesse, z. B. durch Verunreinigung der Brunnen.

Die bisher genannten Vorbeugungsmittel bezeichneten wir als Selbstverständliche, auf die aber hinzuweisen nicht unterlassen werden durfte, da nur zu oft gerade hier Unterlassungen die Regel zu sein pflegen.

Mechanische Hülfsmittel; Kläranlagen. Wir haben schon im vorigen Kapitel, bei den natürlichen Verunreinigungen, einen Unterschied gemacht zwischen löslichen Stoffen und unlöslichen Verunreinigungen: wir lernten, dass wir den Letzteren die Färbungen der Gewässer zu danken haben. Hier müssen wir anfügen, dass auch lösliche gefärbte Verbindungen bei den Auswurfstoffen menschlichen Kulturlebens eine Rolle spielen, welche zwar meistens fischereilich nicht sonderlich in Betracht kommen, immerhin aber den Gebrauchswert des Wassers für die Unterlieger vielfach wesentlich herabstimmen.

Den unlöslichen Stoffen gegenüber können wir uns dadurch helfen, dass wir ihnen Zeit lassen, sich auf natürlichem Wege abzuscheiden durch mechanische Klärung. Sink- und Schwemmstoffe setzen sich freiwillig zu Boden, sofern ihr spezifisches Gewicht ihnen das erlaubt, und zwar um so leichter, je höher ihr spezifisches Gewicht, je gröber ihr Korn und je geringer die Bewegung des betreffenden Wassers.

Ohne Weiteres gelangen wir dadurch zu der Unterscheidung zwischen unorganischen und organischen Sinkstoffen und zu der Gewissheit, dass es unschwer gelingen muss, die schwereren unorganischen Sinkstoffe zu freiwilliger Ablagerung zu bringen.

Die leichten, meist auch noch sehr feinkörnigen, feinverteilten organischen Schwebestoffe setzen der mechanischen Klärung, der natürlichen Ablagerung, nicht selten erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Es will nicht gelingen, sie freiwillig zum Absatz zu bringen und wo das selbst spezifisches Gewicht und Körnungsgrösse gestatten, da machen sich an ihnen nur zu rasch, sei es auf Kosten ihrer Substanz, sei es, angeregt durch die sie umgebenden und durchdringenden löslichen organischen Nährstoffe für eine dem unbewaffneten Auge unsichtbare Kleinlebewelt, Zersetzungen, Lebensprozesse bemerklich, deren nie fehlende gasförmige Stoffwechselprodukte — Kohlensäure, Sumpfgas, Schwefelwasserstoff etc. — durch mechanisches Anhaften an den feinverteilten unlöslichen Bestandteilen dem natürlichen Absetzen entgegenwirkend die Sinkstoffe in die Höhe heben. Dagegen vermögen wir uns zu schützen durch eine künstliche Beschwerung dieser leichten Schwemmstoffe, indem wir durch Beigabe mineralischer Substanzen z. B. aufgeschwemmten Lehm, Thon oder Kalkbrei zu den Abwässern die feineren Sinkstoffe zur Ablagerung zwingen. Die schwereren Substanzen reissen die leichten Schwebestoffe mechanisch mit zu Boden und verhindern gleichzeitig vielfach das Auftreten beziehungsweise die Entwickelung einer reichen und kräftigen Lebensentfaltung der Kleinwesen. Diesem Auftrieb können wir andererseits auch dadurch wirksam entgegentreten, dass wir den Abwässern Stoffe beimischen, welche als Bakteriengifte diese töten und dadurch an der erwähnten, unsere Ziele störenden Lebensfunktion verhindern. Wir werden bei Gelegenheit der Besprechung der chemischen und biologischen Reinigung diese Vorgänge noch näher kennen lernen.

Im Allgemeinen wird getrübtes Wasser zu allererst als verunreinigtes erkannt und deshalb haben wir dafür zu sorgen, dass die Trubstoffe zurückgehalten werden.

Das geschieht in erster Linie durch Klär-Vorrichtungen, deren Wesen ganz allgemein dahin aufzufassen ist, dass wir es bei ihnen zu thun haben mit der Gestaltung geeigneter Räume, Bassins, Becken, Teiche, in welchen die Abwässer, der Ruhe überlassen, ihre Sinkstoffe absetzen können, so dass bei einem entsprechenden Verhältnis zwischen ausgeworfenem Abwasser und den zur Verfügung stehenden Absatzräumen die schliesslich zum Ausfluss gelangenden Wässer ungetrübt und klar in die öffentlichen Gewässer gelangen.

Allgemein gültige Regeln für diese Grössenverhältnisse lassen sich nicht geben. Je nach dem spezifischen Gewicht der trübenden Substanzen und der dadurch bedingten Dauer freiwilliger Klärung muss die Grösse der Klärvorrichtungen nach Massgabe der nötigen Aufenthaltsdauer der Abwässer in ihnen bemessen werden.

Eine Klärvorrichtung einfachster Gestalt zeigt Fig. 45.

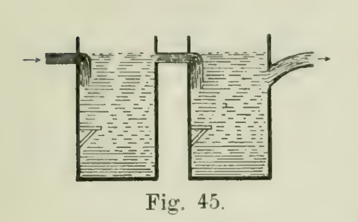


Fig. 45.

Die beiden in Holzbohlenwerk gedachten Kästen zeigen in der Pfeilrichtung das eintretende und nach der Ablagerung der Sinkstoffe austretende geklärte Abwasser. Die beiden kleinen Konsolen — links — sollen die Fortsetzung der Strömung bis zu den unteren Absatzräumen und damit ein Wiederaufrühren der Sinkstoffe verhüten. Aus dem rechten Kasten tritt das Wasser unterhalb der Oberfläche aus, um etwaigen leichten Schwimmstoffen die Ablagerung an derselben zu gestatten.

Reichen zwei solcher Kästen nicht hin, was, wie die Erfahrung lehren wird, meist der Fall sein dürfte, so sind 1 oder 2 weitere Absatzgefässe einzuschalten. Um auf die gelegentlich notwendig werdende Reinigung und Entleerung ohne Störung des Reinigungsbetriebes Rücksicht zu nehmen, empfiehlt es sich, neben einander zwei Kastenreihen anzuordnen, welche abwechselnd in Betrieb genommen werden können. Namentlich für kleine Industriezweige mit verhältnismässig wenig Abwasser leistet der Apparat meist recht gute Dienste.

Für grössere Anlagen mit erheblicheren Abwassermengen, welche gemauerte Gruben erfordern, bietet die nachstehende Zeichnung Fig 46 ein vielfach brauchbares Modell.

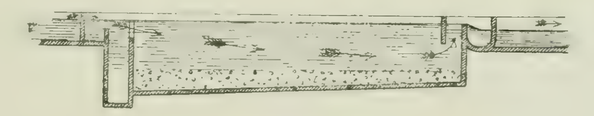
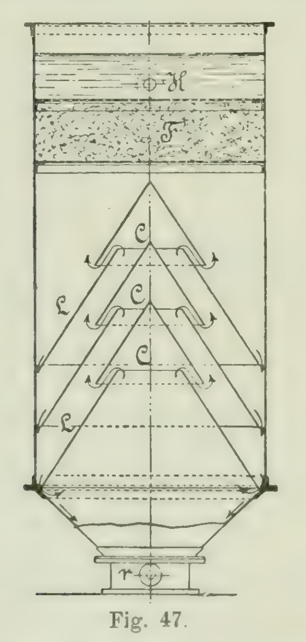


Fig. 46.

Gröbere oder zufällig in den Abwasserstrom gelangte grössere oder schwerere Fremdkörper lagern sich vor der Nase — zwischen den ersten beiden Pfeilen links — ab, die leichten Schwimmstofle dagegen verhindert der Einbau — über dem vorletzten Pfeil rechts — am Austritt. Die mehr oder weniger geneigte Sohle — hier nach links abfallend — rechnet mit der voraussichtlich am Einlauf stärkeren Ablagerung. Besonders bei der Entleerung leistet die Neigung, welche zu dem Ende passend in einer Ecke des viereckig gedachten Bassins ihre tiefste Stelle erreicht, durch einen Abfall auch nach der anderen — uns zugeneigten — Seite treffliche Dienste. Das oben über die Anzahl der Becken und bei der nötigen Entleerung gesagte gilt natürlich auch hier.

Diese flachen unter Umständen viel Raum erfordernden Becken lassen sich auch durch Tiefbauten ersetzen, denen man neuerdings recht mannigfache Formen gegeben hat, wie die Figuren 51—55 lehren. Da bei solchen Tiefbrunnen aber das sehr hülfreiche Schlammfilterprinzip in die Erscheinung tritt, gehen wir hier auf derartige Anlagen nicht näher ein unter Hinweis auf Seite 184.

Allerlei kleine Kunstgriffe zur Beförderung des Absetzens hat uns die Erfahrung gelehrt. Wir haben gelernt, dass namentlich sehr feinen Ablagerungen gegenüber und besonders auch bei organischen Sinkstoffen weite ausgedehnte Absatzbecken nicht selten weniger wirksam sind als eine Reihe kleinerer, wir können dadurch an Gesamtraum sparen. Weiter aber haben wir in diesen Absatzbecken dafür zu sorgen, dass in ihnen Orte mit verminderten Strömungsgeschwindigkeiten entstehen, so zwar, dass beim Durchfluss der Abwässer verhältnismässig ruhige Stellen den Absatz erleichtern. Auch ein Anstossen mit dadurch bedingter Aenderung der Stromrichtung wirkt absatzbefördernd. Es hat sich ferner ein günstiger Einfluss längeren Fliessens innerhalb der Klärräume bemerklich gemacht, den wir dadurch ausnutzen, dass wir durch dammartige Einbauten die Wässer zu längerem Lauf innerhalb der grossen Räume veranlassen. Förderlich können wir weiter dadurch eingreifen, dass wir durch diese Einbauten und Scheidewände die Abwässer zwingen, die nächste Absatzzelle einmal durch Ueberfall des Oberflächenwassers, ein nächstes mal durch Uebertritt näher an der Sohle zu erreichen, Kunstgriffe, welche darauf hinauslaufen, in den verschiedenen Schichten der abfliessenden Gewässer Strömungsverschiedenheiten, grössere oder geringere Ruhezustände zu schaffen.


Fig. 47.

Eine brauchbare Vorstellung einer solchen Wegverlängerung durch Einbauten bietet K auf Fig. 65. Hier kann auch durch geeignete Schiebervorrichtungen je die rechte oder linke Seite behufs Entleerung ausser Betrieb gesetzt werden.

Bei Tiefbrunnen oder Clärcylindern wird ebenfalls die Wegverlängerung mit Vorteil angewendet, wie die nebenstehende Figur 47 nach Dervaux lehrt. Es wird hier durch das Anstossen an die schirmförmigen Einsätze C der Absatz befördert und anderenfalls ein Abwärtsgleiten der abgelagerten Sinkstoffe auf den Kegelflächen eingeleitet*), das Wasser überdies hier noch filtrirt (F).

Bei den Abwässern mit organischen Verunreinigungen haben wir auch dafür zu sorgen, dass nicht etwa durch chemische Umsetzungen die erfolgreich durch keimtötend wirkende Zusätze aufgehobenen biologischen Vorgänge sich wieder bemerklich machen, wie das bei grossen Beckenanlagen und ununterbrochenem Betrieb leicht geschehen kann. Die näheren Umstände werden wir bei der chemischen Reinigung lernen können. Hier

*) Der Liebenswürdigkeit der Verlagsbuchhandlung von Jul. Springer danken wir dieses J. Königs Verunreinigung der Gewässer entnommene Cliché, sowie die Figuren 49 und 52, wofür wir nicht verfehlen unseren Dank auszusprechen.

sei nur hervorgehoben, dass in solchen Fällen neben einem oder zwei grossen Schlammfängen — z. B. bei Zuckerfabriken zum Absatz der Erdmassen — eine grössere Zahl kleiner Absatzbassins zur Abscheidung der eigentlichen und bedenklichen organischen Schmutzstoffe einem oder einigen grösseren Klärbecken vorzuziehen ist. Eine solche Anordnung muss gestatten, jedes der kleinen Becken in den Betrieb einzuschalten, und dasselbe nach Bedürfnis auszuschalten, um es entleeren zu können. Auf diesem Wege hat z. B. Fr. Hulwa in seiner musterhaften Kläranlage der Zuckerfabrik Strehlen seinen dortigen grossen Erfolg wesentlich erreicht. Die abgeschiedenen Trubstoffe bleiben in keinem der kleinen Becken länger als 2 Tage, dann wird es abgestellt und entleert, d. h. für uns der Möglichkeit einer Beeinflussung der Wasserläufe durch seine Bestandteile entzogen. Je kürzer die Zeitdauer, während welcher solche organische Massen im Klärbetriebe den möglichen zersetzenden Einflüssen chemischer oder biologischer Vorgänge ausgesetzt ruhen, um so geringer wird die Gefahr, dass vormals suspendierte oder auf künstlichem Wege zur Ausscheidung gebrachte, früher gelöste organische Substanzen durch Umsetzungsprozesse wieder in lösliche Körper übergeführt werden. In letzterem Falle werden diese Substanzen dann durch die darüber hinziehenden mehr oder weniger geklärten Abwässer aufgenommen und mit ihnen in die öffentlichen Wasserläufe gelangen, wie wir das bei den Abwasserreinigungsanlagen namentlich der landwirtschaftlichen Gewerbe nur zu häufig erleben.

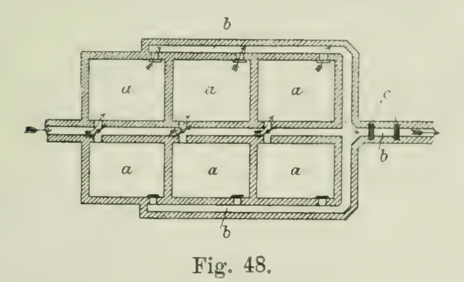


Fig. 48.

Die nebenstehende Zeichnung, welche ich der Strehlener Anlage Fr. Hulwa's entnehme, zeigt, in welcher Weise durch Schieber die einzelnen Kammern a ausgeschaltet werden können. Unter gewissen Umständen dürfte es sich empfehlen, zu noch grösserer Bewegungsfreiheit den Umlaufgraben b die ganze Anlage umspülen zu lassen. C sind Gitterschieber, welche eine eventuell nötige Filtriervorrichtung darstellen; sie sind in doppelter Zahl vorgesehen, um bei etwa nötiger Reinigung der Gitter den Wirkungswert der Anlage nicht vorübergehend zu gefährden.

Das Bestreben der Reinigungstechnik muss namentlich bei solchen Abgängen dahin gehen, die ausgeschiedenen Trubstoffe so rasch als irgend möglich aus dem Reinigungsbetriebe zu entfernen. Die Abgänge unorganischer Natur verlangen zwar solche Rücksichtnahmen nicht, aber auch bei ihnen tritt natürlich ein Zeitpunkt ein, der wegen Anfüllung der Klärbecken eine Entleerung derselben fordert, d. h. namentlich bei ununterbrochen arbeitenden Betrieben muss ein zweites Klärsystem vorhanden sein.

Grosse Kläranlagen, wie sie kanalisirte Städte mit chemischer Reinigung der Kanalwässer brauchen, pflegen überwölbt hergestellt zu werden, wesentlich zur Abhaltung der ungünstigen Witterungsverhältnisse, welche unsere Winter zu bieten pflegen, dann aber auch wohl aus hygienischen und ästhetischen Rücksichten. Nachstehend bringen wir eine Abbildung der Kläranlagen in Frankfurt a. M. Soweit uns die Zeichnung hier als Beispiel

dienen soll, dürfte sie ohne Weiteres verständlich sein. Auf Näheres hierüber einzugehen, würde zu weit führen. Wir verweisen dieserhalb auf das Original*) und beschränken uns auf die Mitteilung, dass jedes der Klärbecken 11000 cbm fasst und dass 4—5000 cbm täglich sedimentiert werden, wobei die Wässer sechs Stunden im Klärbecken verbleiben.

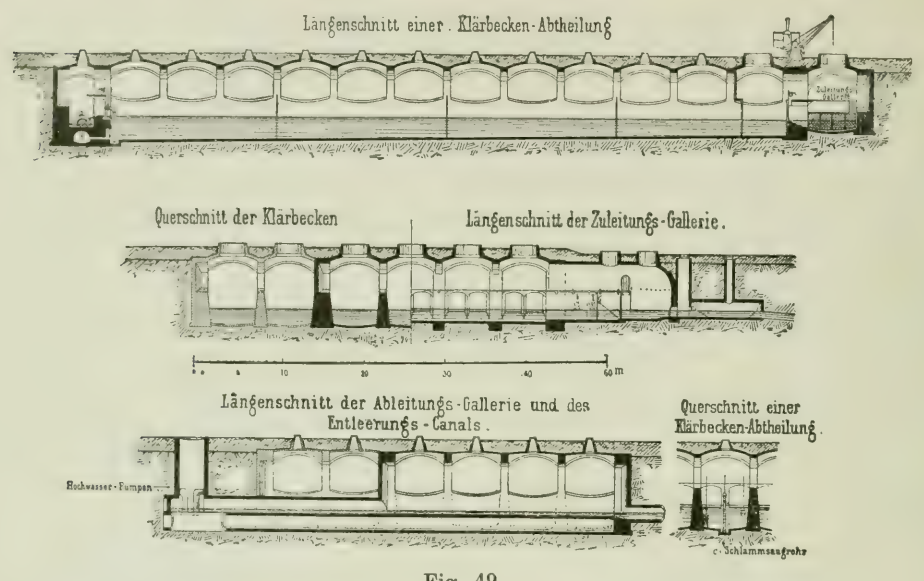


Fig. 49.

Wir haben bisher immer nur von suspendierten festen Körpern und deren notwendiger Abscheidung gesprochen; auch der

Flüssigkeiten und Gase müssen wir noch gedenken.

Unsere gesamte heutige Technik braucht Maschinen und keine Maschine funktioniert ohne Schmiermittel, welcher die Bewegungsmechanismen zwingend bedürfen. Damit aber treten neben die abwasserliefernde Industrie als Anteilnehmerin an der Gewässerverunreinigung auch diejenigen Gewerbe, welche abwasserfrei arbeiten. Jedes Ablassen der Kessel, jeder Ablauf an sich tadelloser Kondens- oder Kühlwässer kommt an solchen geschmierten Maschinenteilen vorbei und nimmt dabei noch Oel- oder Schmiermittelanteile mit, welche, in die öffentlichen Gewässer gelangt, sich nun in Gestalt mehr oder weniger dünner Schichten, auf dem Wasser schwimmend, ablagern und als irisierende Häutchen dem Wasser ein wenig sauberes Aussehen verschaffen.

Zwar handelt es sich hierbei meist um recht unbedeutende Mengen, aber der hässliche Eindruck, den diese Spuren namentlich auf das grosse Publikum machen, ist nicht in Abrede zu stellen. Fischereilich schädigend kommen sie zwar nur in sehr seltenen Fällen in Betracht, wenn grobe Fahrlässigkeit und gelegentlich wohl auch böser Wille oder nicht so ganz selten

*) Die Klärbeckenanlage für die Sielwässer von Frankfurt a. M. von H. W. Lindley, Stadtbaurat. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege. 1884, XVI Heft 4.

Betriebsunfälle grössere Massen solcher Oele in die Gewässer führt. Sie können dann luftabschliessend für gewisse Gewässerstrecken wirken und damit dem natürlichen Kreislauf der Luft hinderlich in den Weg treten, auch wohl der Fischbrut in die Kiemen gelangen, und dann, so namentlich die unreineren billigen mineralischen Schmieröle, direkt schädlich wirken. Manche Betriebe, wie z. B. jene der Theerverarbeitung, Gasanstalten etc. fördern neben den Schmiermitteln auch noch eigenartige ölige, auf dem Wasser schwimmende Bestandteile in ihren Abwässern, deren Entfernung dringend geboten erscheint, wie wir weiter unten noch sehen werden. Vergl. pag. 202.

Im Allgemeinen ist die Abscheidung solcher Oelreste — ausser den später zu berührenden Ausnahmen — durch eine freiwillige Klärung der ölführenden Wässer sehr einfach. Sie bedürfen nur der Möglichkeit einer Ansammlung an der Oberfläche der Abwässer, was dadurch erreicht wird, dass man dieselben in kleine, den Abfluss der Oberflächenschichten verhindernde Kammern von Mauerwerk, Blech oder Holz treten lässt, in welchen die Weiterführung des Wassers mehr oder weniger tief unter der Oberfläche erfolgt, wie übrigens auch unsere Abbildungen Fig. 45 und 46 sowie 51—55 in ihren, wie dort hervorgehoben, die spezifisch leichten Schwimmstoffe zurückhaltenden Vorrichtungen lehren. Genügt eine solche Kammer nicht, so ist eine zweite daneben zu legen oder schlimmsten Falles eine dritte, um so die unangenehmen Beimischungen zu entfernen und vielleicht zu fernerer Benutzung zu gewinnen.

Gasförmige Stoffe kommen auch in den Abwässern gelöst und suspendiert vor. Zu ihrer mechanischen Entfernung bedienen wir uns meist der freiwilligen Entgasung durch die Luft, indem wir solche Abwässer in thunlichst dünnen Schichten über Kunstwehre oder Gradierwerke führen oder durch einen möglichst langen Lauf der Abwässer — vor ihrem Eintritt in die Gewässer — den Austritt der schädlichen Gase in die Luft zu bewirken trachten. Unter besonderen Umständen wird auch wohl das Einblasen von Luft erfolgreich zur Anwendung gebracht. Wir erreichen dabei gleichzeitig eine Verbesserung der Abwässer in fischereilichem Sinne, indem durch all diese Kunstgriffe die Bereicherung der Wässer mit dem den Fischgewässern unbedingt erforderlichen Sauerstoff bewirkt wird.

Eine anderweitige Entfernung schädlicher Gase auf chemischem Wege durch Bindung derselben werden wir später kennen lernen. Vergl. pag. 194.

Manchmal reichen aber diese eben berührten Klär-, Absatz- und Ausscheidungsgelegenheiten nicht aus, wie im Besonderen auch die pag. 140 und 141 mitgeteilten analytischen Beläge über solche durch einfache Klärung sagen wir verbesserten Abwässer darthun, dieselben wollen nicht klar werden, und es bleibt dann nur übrig, sie zu filtrieren.

Ehe wir indes zu einer Besprechung der Filtervorrichtungen übergehen, erscheint es angezeigt, mit einigen Worten der Hülfsmittel zur Entleerung der mehr oder weniger gefüllten, vorübergehend ausser Betrieb gesetzten Absatzbecken zu gedenken beziehungsweise bei nur zeitweiligem Betriebe, wie wir ihn besonders in den landwirtschaftlichen Gewerben mit

ihren so massenhaft auftretenden Sinkstoffen zu beachten haben, der sehr erheblichen Mengen von Abfallstoffen, welche während des Ruhezustandes der Fabriken zu entfernen sind.

Je nach der Natur der Sinkstoffe und dem dadurch bedingten geringeren oder grösseren Wassergehalte leisten bei sehr wasserhaltig abgelagerten Trubstoffen Jauchenpumpen — siehe Fig. 52 u. 54 — an der tiefsten Stelle der mit geneigter Sohle angelegten Absatzbecken vielfach brauchbare Dienste. Vergl. pag. 185. Es wurden hier wohl auch noch besondere Vertiefungen in Gestalt mehr oder weniger tiefer Brunnen innerhalb der Klärbaken, in welche die auf den geneigten Flächen der Absatzbecken abgelagerten Massen durch Abrutschen gelangen, vorgesehen.

Die solchergestalt aus den Becken herausbeförderten Massen fliessen dann auf Lagerflächen mit Kiesunterlagen behufs Herstellung eines konsistenteren, eine weitere etwaige Abfuhr erleichternden Beschaffenheit oder werden direkt in Filterpressen gedrückt, wie Fig. 52 u. 54 erläutern.

Namentlich bei kontinuierlichen Betrieben sind solche Pumpen nicht selten im Gebrauch. Die abfliessenden trüben Sickerwässer gelangen in den Betrieb zurück, falls ein Absickern in den Untergrund unzulässig erscheint.

An die Stelle der Pumpen treten bei grösseren Betrieben wohl auch nach dem System der Paternosterwerke konstruierte, an der durch Neigung der Sohle erreichten tiefsten Seite grosser Becken auf Eisenbahnschienen laufende und verschiebbare Schöpfvorrichtungen, welche die ausgeschöpften Schlamme dann in passend untergestellte trichterartige Gefässe entleeren, welche ihren Inhalt wiederum einem geeigneten Rinnensystem zu weiterem Abfliessen übergeben. Fig. 50 zeigt einen solchen Bagger, den Verf. in der Zuckerfabrik Dietzdorf mit guter Leistung arbeiten sah.

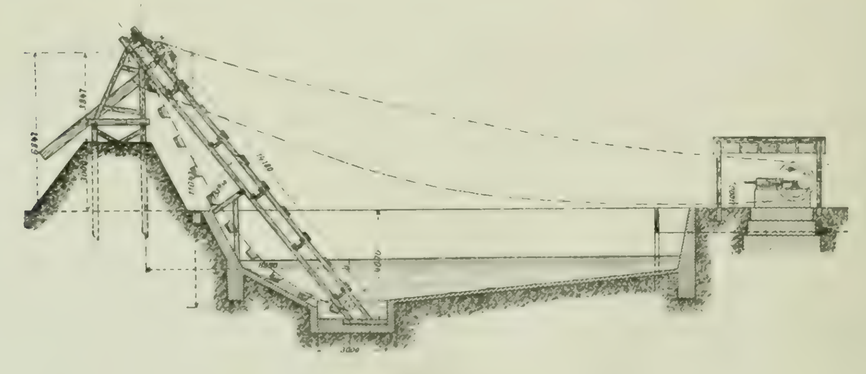


Fig. 50.

Selbst grosse Betriebe mit kleinen Becken — vergl. oben das über die Fr. Hulwa'sche Anlage in Strehlen gesagte — kommen mit Handarbeit und unterstützt durch kleine Feldbahnen, welche in der Längsrichtung der in zwei Reihen angeordneten Absatz-Kammern angeordnet sind, aus. In Strehlen arbeiten ununterbrochen während der ganzen Kampagne zwei Mann in diesem Sinne.

In den grossen Beckenanlagen der Kohlenwäschen, Zucker- und Stärkefabriken arbeiten zur Bewältigung der abgelagerten, durch Versickern leidlich trocken gewordener Abgänge gelegentlich Erdbagger, anderen Falles wird die Entleerung lediglich durch Handarbeit, unterstützt durch Feldbahnen bewirkt.

Filter-Vorrichtungen im Sinne einer Reinigung von Abwässern haben immer den Uebelstand, dass sie für sehr grosse Abwassermengen überhaupt nicht, für geringere immer nur während einer beschränkten Zeitdauer benutzbar sind, bis sich die Poren verstopfen und dadurch die Filterwirkung aufgehoben wird, sodass eine Erneuerung der Filter oder mindestens ein Abheben der eigentlich filtrierenden Schichten und damit ein Ausserbetriebtreten der Filter notwendig wird. Man filtriert für die verschiedenen Zwecke durch Sand, bezw. Kies oder durch Kohle (Holzkohle oder Koks) verschiedener Körnung. Solche Kohlenfilter erscheinen besonders geeignet, namentlich um deswillen, weil das Material billig, und durch seine Benutzung als Filter überdies nicht wertlos wird und deshalb besonderer Reinigungsmanipulationen zum Zwecke der Wiederbenutzung nicht bedarf. Man kann solche zur Filtration verwandten Koksmassen ohne weiteres in den Kesselfeuerungen der Dampfmaschinen für Heizzwecke verwenden, wodurch nach der Abscheidung etwaiger schädlicher organischer Trubstoffe mit diesen gleichzeitig die eingelagerten Krankheitserreger bestens beseitigt und das Heizmaterial, allerdings gelegentlich unter Schmälerung des Heizeffektes, vermehrt wird.

Gewöhnlich wird von oben nach unten filtriert, doch gerade hierbei treten die verstopfenden Wirkungen besonders hervor. Um diesen störenden Umständen vorzubeugen und wenigstens einen Teil der Sinkstoffe freiwilliger Ablagerung nicht zu entziehen, werden die Filter wohl auch so angeordnet, dass der Durchzug der Wässer von unten nach oben erfolgt und unterhalb des ersten Horizontalfilters noch ein Absatzraum vorgesehen ist, in welchem sich die etwa mitgerissenen schwereren Anteile ansammeln bezw. von dem Filter abfallende dichter gewordene Schmutzstoffe Platz finden können, wobei diese freiwillige Ablösung von der Filterfläche die Arbeitsdauer derselben verlängert. Gemeinhin ordnet man diese Filter in Kastenform an, oben offen mit durchlöchertem Boden. Man lässt auch wohl die zu filtrierenden Wässer alternierend hier von unten nach oben, in einem nächsten Kasten von oben nach unten durchfliessen. Für gewisse Zwecke erscheint auch eine Filtration von rechts nach links, also eine Vertikalfiltration angezeigt, so namentlich bei Koksfiltern in Kastenform, doch braucht man dann eine ganze Reihe solcher Filter neben- bezw. hintereinander mit passenden Zwischenräumen in einem allen gemeinsamen gemauerten oder gezimmerten Filterbehälter. Bei diesem Filtrationsprinzip lassen sich die einzelnen hier völlig gefüllten und geschlossenen Kasten leidlich handlich aus Eisenblech, die beiden Durchflussseiten aus gelochtem Blech oder Drahtgitter bestehend, anordnen, wobei die Dauer der Benutzung der einzelnen Filterkasten dadurch verlängert werden kann, dass man die Filter stürzt, d. h. die oberen, wenig

oder gar nicht in Anspruch genommenen Schichten nach unten kehrt, auch wohl die Filter wendet und nach ihrer Inanspruchnahme von rechts nach links nun von links nach rechts in Thätigkeit setzt.

Eine recht mannigfache Verwendung von Filtern zeigt nachstehende Figur.*)

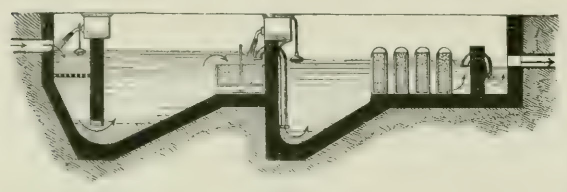


Fig. 51.

Die eigenartig gestaltete Klärbeckenanlage ist für eine chemische Reinigung bestimmt und zwar unter Verwendung zweier Niederschlagsmittel, welche nacheinander zur Wirkung gelangen. Ueber dem Pfeil links an der tiefsten Stelle des Beckens, steht das eine, hinter den Filtern in der Mitte, das andere Gefäss für Chemikalien, deren Zufluss Schwimmervorrichtungen selbstthätig regeln. Das Abwasser tritt von links ein, ein Gittersieb hält die groben Brocken zurück, die Chemikalien kommen dazu, strömt dann an die Sohle heruntergedrückt erst von oben nach unten und dann von unten nach oben durch Kastenfilter, um über dem zweiten abermals mit einem Klärmittel versehen zu werden. Es tritt dann durch ein Heber-Rohr an der Sohle des zweiten Beckens in dieses und durchströmt nun 4 Vertikal-Kastenfilter, um endlich durch ein Heber-Rohr in den letzten Raum rechts zu gelangen, und von dort abzufliessen.

Man hat auch Schüttelfilter, rotierende Filter und andere komplizierte Vorrichtungen ersonnen, ohne indes mit all diesen Versuchen zu einer für den Grossbetrieb der Abwasserreinigung wirklich brauchbaren Form gelangt zu sein. Die Filter bleiben immer nur zeitweilig und zwar für eine vielfach recht beschränkte Zeitdauer benutzbar.

Eine rühmliche Ausnahme hiervon machen die genial ersonnenen und durchaus leistungsfähigen und brauchbaren Schlamm- oder Schwebefilter.

Man versteht darunter im Gleichgewicht zwischen dem Auftrieb des Wassers und der eigenen Schwerkraft, welche nach unten zieht, schwebende und in diesem Gleichgewichtszustande gewissermassen feststehende, fein verteilte Massen.

In seltenen Fällen lassen sich die Trubstoffe des Abwassers selbst zur Schwebefilterbildung benutzen, gewöhnlich müssen geeignete Materialien, Torfpulver, Kohlenpulver oder dergl. dem zu klärenden Wasser zugesetzt oder aber in dem Schmutzwasser durch chemische Beigaben teilweise auf Kosten der Abwasserbestandteile solche Sink- und Schwebestoffe geschaffen werden. Es kommt auch wohl eine Kombination der beiden zuletzt erwähnten Verfahren zur Anwendung. Durch diese schwebenden Schichten muss das trübe Wasser durchziehen und dabei giebt es dann seine Trübungen an das Schwebefilter ab und diese werden dadurch selbst zu Bestandteilen des Schwebefilters, bis die unteren Schichten durch solche Beschwerung und Verdichtung dahin gelangen, sich an der Sohle des Filters in geeigneten Räumen abzusetzen.

*) Wir danken dieselbe wie ausserdem die weiter unten stehende Fig. 53 dem liebenswürdigen Entgegenkommen der rühmlichst bekannten Firma M. Friedrich & Co. in Leipzig, welche derartige Reinigungsanlage als Spezialität entwickelt hat.

Dieser Vorgang hat eine Reihe verschiedener Anordnungen erfahren, welche ihm ein sehr verschiedenartiges äusseres Bild gewähren und dadurch unter Umständen die Gleichheit des Prinzips nicht auf den ersten Blick erkennen lassen. Die Figuren 51—57 erläutern das.

Man filtriert wesentlich in oder besser aus Tiefbrunnen verschiedenartigster Gestaltung oder in hohen Eisencylindern beziehungsweise man verwendet Kombinationen von Brunnen und Filter-Türmen.

Das zu filtrierende Wasser tritt bei ersteren an der Sohle des dichten Brunnenschachtes ein. Mit der Menge des oben aus dem gefüllten Brunnen austretenden und abfliessenden Wassers, wobei natürlich unten eine gleiche Abwassermenge zum Eintritt in den Schacht gelangt, regelt sich die Geschwindigkeit des Auftriebes, von dieser aber hängt natürlich die Höhe ab, bis zu welcher die einzelnen Schwebestoffe, Filterschichten bildend, gelangen, je nach ihrem spezifischen Gewicht in verschiedener Entfernung von der Sohle zur schwebenden Ruhe kommen, die spezifisch schwereren eher, die leichteren in höheren Schichten. Bei richtiger Auftriebgeschwindigkeit treten dann oben klare Wässer aus. Die abgeschiedenen Trubstoffe sammeln sich am Boden und würden allmählig den Klärschacht füllen, trüge man nicht Sorge, die konzentrierten Schlammstoffe durch Pumpen an die Oberfläche zu heben und dort entweder auf durchlässigen Kieshalden oder in Filterpressen unter Rückleitung des abfliessenden Wassers in den Schwebefilterbetrieb weiter zu konzentrieren. Die Pumpen lassen sich sowohl in dem Klärschachte selbst anbringen oder in einem zweiten daneben liegenden Brunnen, dessen Sohle tiefer liegt als die des Klärschachtes, aber mit diesem unten so in Verbindung steht, dass die Schlamme auf schiefer Ebene in den Pumpschacht rutschen.

Tiefbrunnen zum Zwecke der Abwasserklärung sind wohl zuerst bei dem Nahnsen-Müller'schen Reinigungsverfahren (F. A. Rob. Müller & Co., Schönebeck a/Elbe) zur Anwendung gelangt.

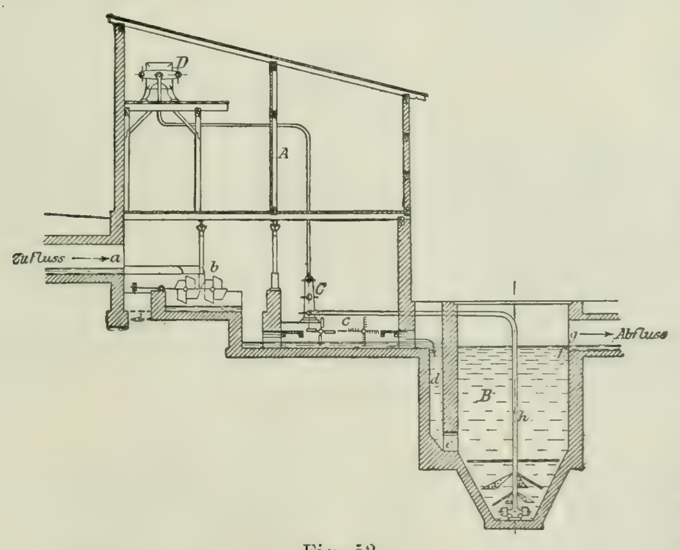


Fig. 52.

Nach dem Durchfluss eines vor dem Einlauf — links — liegenden Sandfanges in Gestalt einer gemauerten Grube gelangt das Abwasser bei a in das Klärhaus, erhält dann einen Zusatz von Chemikalien, welchen die kleinen Schöpfwerke b automatisch regulieren. In c liegen horizontal und vertikal eingestellte Siebe, welche vorab die Vermischung der Chemikalien mit dem Schmutzwasser bewirken, andererseits aber leichte gröbere Schwimmstoffe zurückhalten sollen. Das Gemisch tritt dann bei d durch e in den Klärbrunnen B, um bei g, nachdem das Schwebefilter seine Schuldigkeit gethan, geklärt und mehr oder weniger

gereinigt abzufliessen. In der Verjüngung von B sind schirmförmig angeordnete Flügel und darüber ein Siebboden angebracht. Erstere sollen durch eine gewisse Stosswirkung den Absatz befördern, der letztere einen thunlichsten Ruhezustand in der Verjüngung bewirken. Die Pumpe C saugt den abgelagerten Schlamm von der Sohle des Tiefbrunnens durch h auf und drückt ihn behufs Entwässerung in die Filterpresse D. Das von der Presse laufende Wasser kehrt in den Klärbetrieb zurück.

In ähnlicher Weise verwenden M. Friedrich & Co. in Leipzig, wie nachstehende Abbildung zeigt, Tiefbrunnen, doch ist hier vor dem Austritt des geklärten Wassers noch ein Filter vorgesehen, welches von unten nach oben passiert wird.

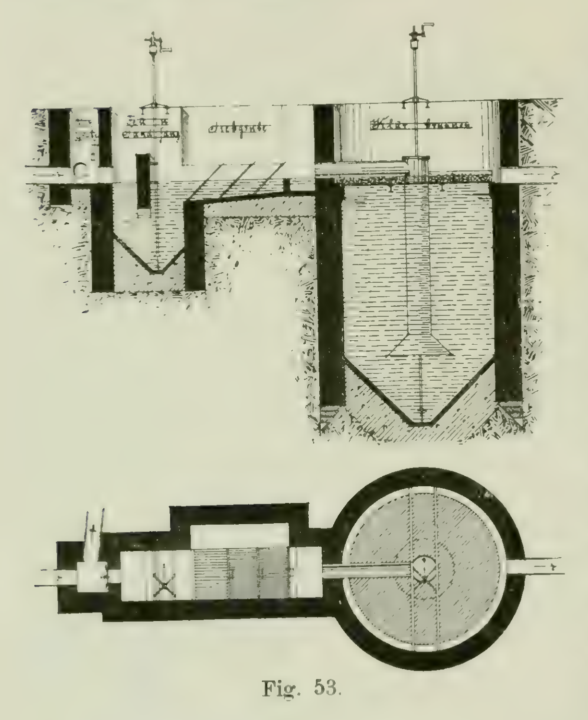


Fig. 53.

Das Abwasser gelangt vorerst in die Vorgrube — links — und zwar ist Vorsorge getroffen, dass der Eintritt von zwei Seiten nahezu rechtwinklig zu einander erfolgen kann Es durchströmt den Fettfang in der Vorgrube, in welcher Sand und gröbere Verunreinigungen sich ablagern, um durch einen Siebfang mit Grob-, Mittel- und Feinsieb nach dem Ueberschreiten eines Wehrs durch das Einflussrohr in der Achse des Hauptklärbrunnens in diesen zu gelangen und nun in langsamem Aufstieg der Schlammfiltration unterworfen zu werden. Das fast geklärte Wasser passiert dann noch zu völliger Klärung das grosse Horizontalfilter und gelangt dann zum Ablauf unter Umständen vorher noch einer — hier nicht gezeich neten — Nachfiltration unterworfen. Eine Grobschlammpumpe und eine Feinschlammpumpe — letztere im Hauptklärbrunnen — schaffen die abgelagerten Schlamme heraus.*)

Eine wesentlich abweichende Form des Tiefbrunnens, welche dem, was wir landläufig unter „Brunnen“ zu verstehen pflegen, kaum noch entspricht, bietet die ebenstehende Anlage, Fig. 54, welche die Schlammfiltration mit einer Entwässerung der Schlamme durch die Mithülfe einer Filterpresse benutzt**).

Eine noch eigenartigere, aber wie uns bedünken will, konstruktiv recht sinnreiche Form des Tiefbrunnens für die Schwebefiltration zeigt die von F. Eichen für sein Reinigungssystem entworfene Anlage, Fig. 55, aus welcher wir nur eben diese wesentlichen Teile herausschnitten.***)

*) Mit Erfolg von der Firma M. Friedrich & Co. zur Ausführung gebracht.

**) Von der bekannten Firma A. L. G. Dehne in Halle a/S. ausgeführt, deren Prospekt wir die Figur entnehmen.

***) Nach einer von der Allgemeinen Städtereinigungsgesellschaft m. b. H. Wiesbaden uns gütigst überlassenen schematischen Zeichnung.

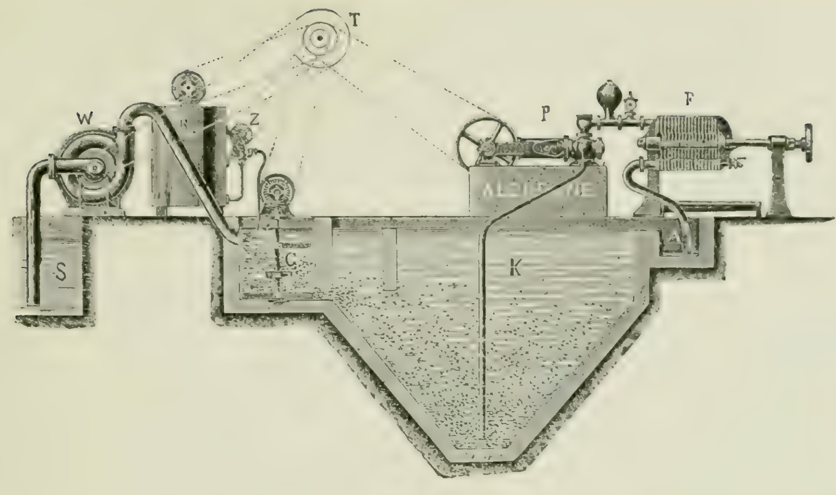


Fig. 54.

Die vorstehende Anlage rechnet mit chemischer Reinigung. Die Kreiselpumpe W hebt das Abwasser aus dem Schlammfang S in den Vorraum G, in welchem ein Rührwerk das Durchmischen mit den aus R eintretenden Fällungsmitteln bewirkt, welche ihrerseits in R ständig durchgerührt werden. Die Pumpe Z regelt selbstthätig den Zufluss. Von da fliesst das Abwasser, dessen Verunreinigungen soweit möglich beschwert und in feste Form übergeführt wurden, in den Tiefbrunnen K, während das etwa ausgeschiedene Fett und die gröberen leichten Schwimmstoffe in G zurückgehalten, von dort entfernt werden können. In K setzt die Schlammfiltration ein, um das Wasser über das Wehr links von A geklärt zum Ablauf gelangen zu lassen. Der an der Sohle von K abgelagerte Feinschlamm wird durch die Pumpe P gehoben und in die Filterpresse F gedrückt, während das Presswasser — nach der Zeichnung — in den Ablauf A gelangt. Nach den Leistungen der Filterpressen, welche namentlich zu Anfang, nach dem Einlegen frischer Filtertücher, recht mangelhaft „filtriertes" Wasser zum Ablauf gelangen zu lassen pflegen, dürfte es sich empfehlen, diese Wässer in den Filterbetrieb zurückzuleiten und deren Einfluss etwa gerade unterhalb T erfolgen zu lassen

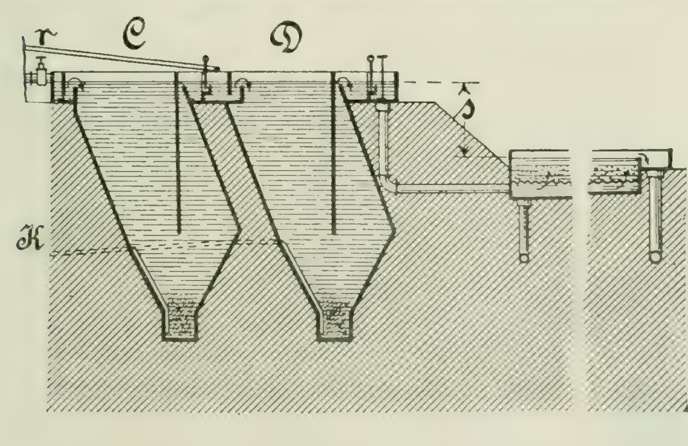


Fig. 55.

Die Abwässer gelangen bei der Anlage Fig. 55 nach dem Passieren eines Sandfanges etc. — in unserer Zeichnung nicht enthalten — von links durch eine abstellbare Rohrleitung zunächst in den Vorraum, welcher als Fettfang aufzufassen ist, übersteigen das Wehr, wie der erste Pfeil links anzeigt, und steigen nun langsam in dem Tiefraum C abwärts, durch den eigenartigen Einbau zu einer gewissen Verdichtung gezwungen, unter Ablagerung er absatzfähigen Sinkstoffe an der Sohle von C, während der rechte sich nach oben verjüngende Teil des Tiefbrunnens nun hier die Schwebefilterbildung vielleicht ungünstig beeinflussen dürfte wegen des durch die Verjüngung gesteigerten Auftriebes. Nach dem Uebertritt in den Vorraum von D, in welchen durch r der Eintritt der Fällungsmittel erfolgt, setzt eine zweite Schwebefiltration wie in C in D ein, um schliesslich noch in dem weiten Absatz-

becken rechts etwaige Sinkstoffe freiwillig abzulagern und dann von dort ein Horizontalfilter durchdringend zum Ablauf zu gelangen. In C kommen meist nur geringe Aetzkalkbeigaben zur Wirkung (30—50 gr pro cbm Abwasser), während in B schwefelsaure Salze (vermutlich wesentlich Eisen- und Thonerdesalze) einfliessen. Das — in unserer Zeichnung, rechts, zerschnittene — Filter ist ein Doppelfilter und soll als Schönfilter dienen. Die eigenartige Konstruktion, welche ein Auswaschen der Filter in umgekehrter Wasserflussrichtung vom andern Filter her gestattet, interessiert uns hier nicht. Dies Doppelfilter ist übrigens so angeordnet, dass die Druckhöhe S sich selbstthätig einstellt. Auch eine Desinfektion mit Aetzkalk oder Chlor ist event. in demselben vorgesehen. Die agelagerten Feinschlamme werden durch die Saugrohre K entfernt und entsprechend weiter konzentriert bezw. verarbeitet.

Eine andere Modifikation desselben Prinzips stellen die oberirdischen Klärcylinder, welche als Röckner-Rothe-Apparate sich wegen ihrer tadellosen Filterarbeit besonders in Verbindung mit dem Kohlebrei-Verfahren ein wohlverdientes Ansehen erworben haben, dar.

In diese Cylinder, welche nach Maassgabe der zu bewältigenden Wassermassen Durchmesser bis zu 6 Meter und darüber erhalten, tritt das Schmutzwasser ebenfalls von unten ein Am Scheitel des Cylinders wirkt eine Luftpumpe, welche durch Saugen den Cylinder füllt oder besser dem Atmosphärendruck gestattet, in dem Cylinder das Wasser aufwärts zu treiben. Es erscheint hiernach begreiflich, dass die Klärcylinder nicht höher sein dürfen als 10.3 Meter, von der Oberfläche des Sperrwassers in dem Brunnen gerechnet, in welchem der Cylinder steht und von welchem aus er das zu reinigende Wasser erhält. Am Kopf des Cylinders befindet sich ein Ablaufrohr für das geklärte Wasser, welches unter Wasser in einen Abfluss mündet, dessen Oberfläche tiefer steht als das Sperrwasser. Hierdurch wird eine Heberwirkung erzielt, welche nach der erfolgten Füllung des Cylinders die Arbeit der Luftpumpe entbehrlich macht. Dieselbe hat erst wieder einzusetzen, wenn die aus dem Schmutzwasser etwa aufgestiegenen Gase, welche sich oben ansammeln, dies erforderlich machen. Die beifolgende Abbildung*) veranschaulicht den Apparat, wie er bei seinem Eintritt in die Praxis der Abwasserreinigung sich darstellte und wie ihn Verf. erstmalig Anfang der 80er Jahre in einer Strassburger Brauerei, mit Handbetrieb der Luftpumpe, mit bestem Erfolg arbeiten sah.

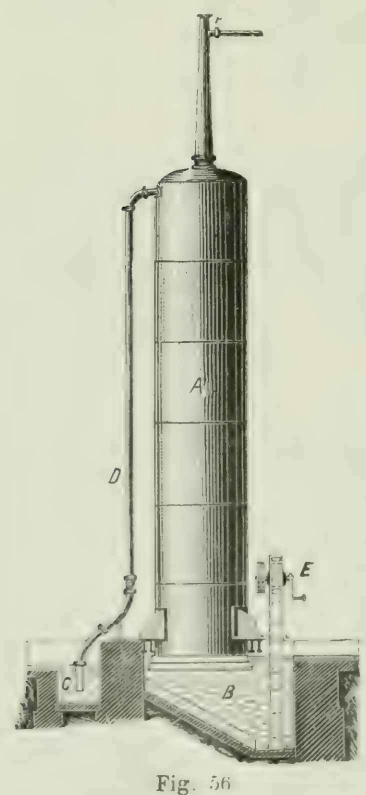


Fig. 56

Das kleine Bild entspricht zwar nicht mehr der Form, welche gegenwärtig die Röckner-Rothe-Apparate angenommen haben, aber es erläutert doch recht anschaulich das dem Verfahren zu Grunde liegende Prinzip.

*) Diese und die beiden folgenden Abbildungen wurden uns durch Herrn **Wilh. Rothe** zur Verfügung gestellt, wofür wir nicht verfehlen unseren Dank auszusprechen.

Das mit den Niederschlagsmitteln versetzte Abwasser tritt von rechts her in den ziemlich flach konstruierten Klärbrunnen B, über welchem sich der Klärcylinder A erhebt, steigt unter der Wirkung des Atmosphärendrucks in die Höhe und fliesst nach Massgabe des Lumens des Ablaufhebers D in den Ablaufkanal C, um von dort in das öffentliche Gewässer zu gelangen. Die abgeschiedenen Feinschlamme rutschen auf der schiefen Ebene von B. links, an die Sohle des Brunnens und werden von hier durch ein Paternosterwerk herausgeschafft.

Heute pflegt der Klärcylinder mit Tiefbrunnenanlagen kombiniert zu sein, auch werden die Schlammstoffe nicht durch ein Paternosterwerk gehoben, sondern durch ein in der Axe des Cylinders bis zur tiefsten Stelle des ebenfalls verjüngt auslaufenden Brunnens führendes Pumprohr nach Aussen befördert (Potsdam). Anstatt der senkrechten Stellung des Cylinders wurde derselbe gelegentlich auch geneigt angeordnet. Schirmförmig gestaltete Stromverteiler innerhalb des Tiefbrunnens und eine eigenartige Ueberlaufvorrichtung im oberen Teile des Cylinders gewährleisten einen in allen Teilen der Wassersäule möglichst gleichmässigen Auftrieb des Wassers, welcher zwischen 2 und 9 mm in der Stunde schwankt. Das Verfahren arbeitete bei seinem Bekanntwerden im Anfang der achtziger Jahre mit chemischen Fällungsmitteln (Aetzkalk und Thonerdesalzen) unter Beigabe von thonigen beschwerenden Substanzen. Die Filterleistung liess wenig zu wünschen übrig.

Neuerdings hat die Firma Wilh. Rothe & Co. in Güsten (Anhalt) das P. Degener'sche Kohlebreiverfahren erworben und mit ihrem Verfahren kombiniert, d. h. z. B. städtische Spüljauchen werden mit Kohlebrei — Braunkohlen- oder Torfpulver erzielt durch feuchtes „Schleifen“ der Rohmaterialien in einer wirksamen Mahlvorrichtung mit Dampfbetrieb — in feinster Verteilung versetzt und das allzu leichte Pulver, welches ohne Weiteres nicht klärend wirkt, dann durch ein zugefügtes Eisensalz beschwert und zur Klärung geeignet gemacht. Die klärenden Eigenschaften dieses kombinierten Verfahrens scheinen nach den in Potsdam und anderwärts gemachten Erfahrungen tadellos, wenn auch natürlich die unausscheidbaren organischen Stoffe, welche in solchen verhältnismässig frischen Jauchen vertreten zu sein pflegen, nicht entfernt werden können; erst die Selbstreinigung im Flusse bewirkt ihre Entfernung. Der ausgeschiedene Kohlebreischlamm wird mit Hilfe von Filterpressen entwässert, dann in Ziegelform an der Luft getrocknet und schliesslich verbrannt oder zur Gasbereitung verwendet.

Bei solchen Abwässern handelt es sich um die Möglichkeit der Anwesenheit pathogener Keime, da der desinfizierende Kalk nicht zur Verwendung kommt und das Schwebefilter die Keime nicht vollständig genug zurückzuhalten vermag. Es ist aus hygienischen Gründen deshalb noch eine Abtötung der Keime durch einen Zusatz von Chlorkalk zu dem filtrirten Abwasser hinzugetreten. Die dadurch hervorgebrachten geringen Trübungen werden durch Filtration durch flache Koksfilter beseitigt, wodurch gleichzeitig die letzten Reste freien Chlors unschädlich werden.

Das nachstehende Bild zeigt uns in schematischer Darstellung das Rothe-Degenersche Kohlebrei- oder Humus-Verfahren mit mancherlei interessanten Sondereinrichtungen in Querschnitt und Grundriss.

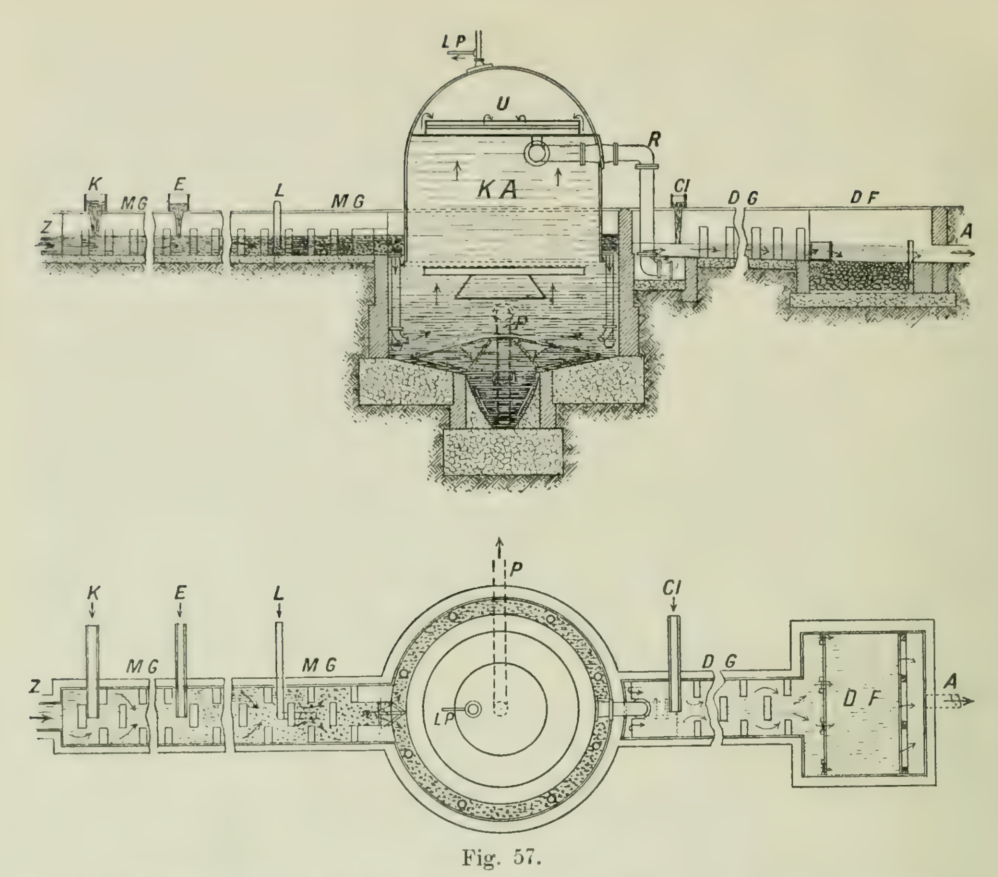


Fig. 57.

Das Abwasser, nachdem es einen Sandfang mit Gitterwerk — hier nicht gezeichnet — zur Aufnahme der schweren und der gröberen schwimmenden Verunreinigungen passiert, tritt von links in das Mischgerinne M—G, in welchem eingebaute, die Lauflänge vermehrende Hindernisse vorerst die Mischung mit dem bei K eintretenden Kohlebrei bewirken. Darauf kommen bei E die chemischen Fällungsmittel dazu und je nach der Herkunft und Natur der Abwässer setzt dann bei L eine ständige Durchlüftung ein. Jetzt gelangt es in den ringförmig den Klärcylinder umgebenden Raum, um von diesem durch Röhren bis an die Sohle des Tiefbrunnens geleitet zu werden. Von hier steigt es, durch den Verteiler — oberhalb P — getrieben durch den Atmosphärendruck in dem Klärturm langsam aufwärts, die Schwebefilterwirkung wesentlich im Tiefbrunnen erleidend, bis zu dem Ueberlauf U und von da nach Massgabe der Lichtweite von R durch eben dieses Heberrohr in das Desinfektionsgerinne D—G, in welchem das geklärte Abwasser nun einen Zusatz verdünnten Chlorkalkes — etwa 12—15 gr im cbm — erhält. Hier vollzieht sich die Mischung in derselben Weise wie in M—G und die Abtötung der pathogenen Bakterien*) unter schwacher Trübung der Wässer, welche dann in dem Desinfektionsfilter D—F, einem Koksfilter, welches die Wässer von oben nach unten durchziehen, von neuem geklärt und gleichzeitig seiner letzten Chlorreste entledigt, bei A auszutreten, soweit gereinigt, als dies eben ein Reinigungsverfahren, solchen Abwässern gegenüber, zu leisten vermag.

*) Der Chlorzusatz wird zur Vermeidung von einem Ueberschuss des fischereischädlichen Mittels so bemessen, dass das Bakterium coli zweifellos getötet wird. Die Erfahrung hat nämlich gelehrt, dass wenn Bacterium coli sicher zu Grunde geht, vorher alle pathogenen Bakterien durch das Chlor abgetötet wurden. Man hat also nicht nötig — im hygienischen Interesse — das Absterben besonders widerstandsfähiger aber unschädlicher Bakterien abzuwarten beziehungsweise durch stärkere Chlorbeigaben zu erzwingen.

Die Feinschlamme werden an der Sohle des Tiefbrunnens durch das Pumprohr P herausgehoben und nach der Filterpresse gedrückt, während die Presswässer abermalen in in den Betrieb zurück gelangen. Die Presskuchen werden geformt, getrocknet und entsprechend — wie oben angegeben — verwertet.

Das nachstehende Bild zeigt uns endlich eine Rothe-Degenersche Anlage in ihrer äusseren Erscheinung, wie sie sich in Spandau dem Beschauer darbietet. Einer Beschreibung bedarf es nach dem Vorstehenden nicht.



Fig. 58. Die Spandauer Kläranlage nach Rothe-Degener.

Nach diesem Prinzip der Heberwirkung sind noch eine Reihe von Vorrichtungen abweichender Form ersonnen worden, die sämtlich mehr oder weniger mit dem Schwebefiltersystem rechnen. Die gebräuchlichsten Formen der Schwebefilter-Anlagen haben wir indes in Vorstehendem kennen gelernt.

Ehe wir die Filtervorrichtung und damit die Hilfsmittel zu mechanischer Reinigung verlassen, möchten wir der Fangvorrichtungen noch kurz gedenken. Gewissen Industrien entschlüpfen nur zu leicht feinverteilte Anteile ihrer Fabrikate, wie namentlich der Holzstoff- bezw. Papierindustrie, andere wieder müssen bestrebt sein, gewisse Anteile ihrer Rohmaterialien vor bezw. nach der Ausnützung zurückzuhalten, wie z. B. die Zuckerfabriken in ihren Schwänzen bezw. den Schnitzelresten, welche dann in die Abwässer gelangen.

Für die Gewinnung der feinen Faserstoffe wurden Apparate ersonnen, welche mit Hülfe von feinen Drahtsieben oder eigenartigen Kämmen ihrer Aufgabe mehr oder weniger gut gerecht werden. Die Fangapparate von E. Schuhricht in Siebenlehn und neuerdings von H. Riensch in Uerdingen a. Rh. haben die meiste Verbreitung gefunden.

Der Zurückhaltung der an zweiter Stelle genannten gröberen Materialien dienen Holz- oder Eisenroste, Siebe etc., wie solche auch unsere Fig. 51 und 53 in ihrer Wirkungsweise zeigen und der eigenartige Schwanzfänger, welcher von sehr engem Roste die mitgerissenen feinen Wurzelfasern mechanisch wegkämmt, um die Durchlassfähigkeit der Roste unter den sonst aufgelagerten Wurzelresten nicht leiden zu lassen.

Wir schieden diese Fangvorrichtungen von den eigentlichen Reinigungsvorrichtungen, weil hier meist nicht die Reinigung, sondern die Gewinnung der mehr oder weniger wertvollen Massen die Hauptsache zu sein pflegt. An die reinigenden Wirkungen solcher Anlagen um der Abwässer willen wird dabei meist garnicht gedacht.

Entgasung und Luftzufuhr. Abkühlung. Etwaige schädliche Gase entweichen, wenn die Wässer in langem, offenem Lauf fliessen, in die Luft. Fehlt es hierfür an Platz und Gelegenheit, so werden wohl künstlich Wehre, Ueberfälle, Staue etc. geschaffen, über welche die zu entgasenden Gewässer in dünner Schicht fliessen, um mit breitester Oberfläche den entgasenden Wirkungen der Luft ausgesetzt zu werden. Vorrichtungen nach Art der Gradierwerke dienen demselben Zweck, den sie auch bestens erfüllen. Gleichzeitig erhält bei den sich hier abspielenden Vorgängen das Abwasser eine Luftzufuhr und damit den ihm gewöhnlich fehlenden Sauerstoff, der seinerseits unter Umständen Oxydationen bewirkt. Die Enteisenungsverfahren von Piefke und Oesten gehören auch hierher. Der Erstere lässt die Wasser über und durch Koksschichten fliessen unter gleichzeitiger Luftzufuhr, während der Letztere das Wasser in freiem Fall aus Brausen durch die Luft fallen lässt. Dieselben Verfahren können auch bei etwa nöthiger Abkühlung warmer, aus den Betrieben austretender Abwässer, Kondenswässer etc. dienen. Ich erinnere an die „Fallwässer“ der Zuckerfabriken.

Chemische Reinigung. Die besprochenen mechanischen Hülfsmittel haben lediglich die Aufgabe, Sinkstoffe und Trubstoffe aus dem verunreinigten Wasser, also die unlöslichen Bestandteile desselben zurückzuhalten, zur Beseitigung — soweit möglich — der löslichen Verunreinigungen dient die chemische Reinigung. Sie bezweckt vorab, das, was von diesen gelösten Stoffen in unlösliche Form zu bringen ist, unlöslich zu machen, um es dann mit den mechanischen Hülfsmitteln, die wir kennen gelernt haben und bei denen wir bereits gelegentlich „chemischer Zusätze“ gedenken mussten, zu entfernen. Was sich zwar durch chemische Mittel nicht unlöslich machen lässt, aber Gasform annehmen kann, dem vermögen wir auf dem Wege der chemischen Reinigung ebenfalls beizukommen, wie sie uns auch gestattet, Säuren durch Anwendung alkalischer Stoffe, die sich mit den Säuren verbinden, unschädlich zu machen und schädliche ätzende Alkalien ihrer Schädlichkeit dadurch zu entkleiden, dass wir den Abwässern Säuren zufügen, bis die Bildung unschädlicher Salze erreicht ist.

Nach dem Gesetz der chemischen Verwandschaft und mit Hülfe chemischer Wechselzersetzungen wird das Obige unschwer erreicht.

Befindet sich z. B. in einem Wasser freie Schwefelsäure, so fügen wir Kalkmilch dazu; die Säure wird gebunden, es entsteht schwefelsaurer Kalk und dieser scheidet sich, weil unlöslich — oder wenigstens schwer löslich — zum grössten Teile aus und kann nun mechanisch entfernt werden. Hätten wir es in dem Abwasser mit Salzsäure zu thun gehabt, so würde mit Hülfe von Aetzkalk zwar die saure Reaktion auch verschwunden sein, aber es bildet sich in diesem Falle kein Niederschlag; es kommt zu keinen Ausscheidungen, weil das nun neu gebildete Chlorcalcium leicht löslich ist, andererseits aber, wie wir wissen, fischereilich einen recht harmlosen Körper darstellt.

Wir haben also im ersteren Falle die Säure nicht nur unschädlich gemacht, sondern sie samt dem zugefügten Reinigungsmittel durch einen chemischen Prozess aus dem Wasser entfernt, im Letzteren dagegen nur das Unschädlichwerden erreicht, indem die Säure samt dem Reinigungsmittel in chemischer Vereinigung nun im Wasser gelöst bleibt Hier wird also gewissermassen die Verunreinigung um die Menge des Reinigungsmittels gesteigert, aber das Abwasser trotzdem seiner schädlichen Wirkungen entkleidet, falls der etwaigen hohen Konzentration durch Verdünnung begegnet wird.

Haben wir es mit alkalischen — laugenartigen — Abwässern zu thun, so werden uns jetzt umgekehrt die oben erwähnten beiden Säuren zur Herstellung unschädlicher — nicht mehr ätzender — Verbindungen verhelfen, aber da gewöhnlich hierbei Kali und Natronlauge in Betracht kommen, erhalten wir mit Hülfe der beiden Säuren jetzt nur lösliche Verbindungen, da die betreffenden neugebildeten Kali- und Natronsalze löslich sind.

Enthält ein Wasser z. B. Ammoniaksalze, die wir zu entfernen wünschen, so wird uns ein Zusatz von Aetzkalk zur Bildung von freiem Ammoniak verhelfen, welches, wenn wir die bei der Entgasung besprochenen Hülfsmittel anwenden, wenigstens teilweise gasförmig in die Luft entweicht soweit die Luft mit ihrem Kohlensäuregehalt nicht infolge Karbonatbildung dies verhindert.

Unter der chemischen Wechselzersetzung zweier Salze versteht man den Austausch der sauren bezw. der basischen Bestandteile.

Fügen wir z. B. zu einem Abwasser, welches Kupfersulfat enthält, ein lösliches Kalksalz, so würde wieder wie oben unlösliches Kalksulfat entstehen Damit wäre uns aber nicht gedient, denn wir wollen jedenfalls das giftige Kupfer ausscheiden. Dazu verhilft uns aber eine Beigabe von Aetzkalk, welche das Kupfer als Kupferoxyd zur Ausscheidung bringt, während sich gleichzeitig die Schwefelsäure in Verbindung mit Kalk niederschlägt.

Wir haben also bei der chemischen Reinigung in erster Linie zu überlegen, durch welche chemischen Zusätze wir die Bildung unlöslicher oder gasförmiger Verbindungen zu erreichen vermögen und zwar in erster Linie mit den Stoffen, welche wir entfernen wollen. Es leuchtet hiernach ein, dass eine chemische Reinigung nur dann wirksam einzusetzen vermag, wenn wir im Stande sind, mit den zu entfernenden Stoffen unlösliche Verbindungen herzustellen. In all den Fällen, wo dies nicht möglich ist, werden wir also

nicht von einer Reinigung — d. h. Entfernung — der löslichen verunreinigenden Stoffe reden können, sondern im besten Falle (Säuren, Alkalien) nur von einer Verbesserung des Abwassers, einer Entkleidung seiner direkt fischschädlichen Wirkungen.

Noch muss hervorgehoben werden, dass wir natürlich mit Hülfe chemischer Prozesse nicht nur gelöste feste Körper auszuscheiden oder unschädlich zu machen vermögen, sondern dass dies auch bei flüssigen und gasförmigen Substanzen gelingt. So z. B. beseitigen wir meist das giftige Schwefelwasserstoffgas durch Zusatz von Eisensalzen, wobei unlösliches Schwefeleisen entsteht und zur Ausscheidung gelangt. Auch Oxydationen, wo der Luftsauerstoff nicht mit der wünschenswerten Energie und Raschheit eingreift, bewirken wir auf chemischem Wege, z. B. durch Permanganat und wohl auch gelegentlich Reduktionen durch Sauerstoff entziehende Körper.

Aber nicht nur bei der Entfernung löslicher Stoffe können wir die guten Dienste der chemischen Reinigung in Anspruch nehmen, auch bei der Abscheidung unlöslicher, spezifisch sehr leichter, also vornehmlich organischer Stoffe versagen sie ihre Hülfe nicht.

Wir sprachen oben von der Beschwerung organischer Schwemmstoffe durch Beimischen aufgeschwemmter mineralischer Stoffe, wie Thon oder Lehm. Das bleibt aber bei der Schwierigkeit der Durchmischung immer ein etwas zweifelhaftes, sozusagen rohes Auskunftsmittel. Hier leistet die chemische Reinigung treffliche Dienste, sei es nun, dass wir etwa auf chemischem Wege ausfällbare Bestandteile der Abwässer selbst dazu benutzen, den einen Teil des beschwerenden Mittels abzugeben, sei es, dass wir durch Beimischung zweier Salze ohne Rücksicht auf das im Abwasser Vorhandene eine chemische Aktion bewirken, deren Ergebnis in Gestalt feinstverteilter Sinkstoffe sich nun im Entstehungsmoment entweder auf den leichten Schwebestoffen des Abwassers, diese beschwerend, ablagert, sei es, dass die neugebildeten Sinkstoffe bei ihrem Niedergange in dem zu klärenden Wasser die feinverteilten Schwebestoffe einschliessen und mechanisch mit zu Boden reissen.

Wir vermögen also mit Hülfe der chemischen Reinigung leichte Trubstoffe der mechanischen Klärung zuzuführen und wie wir oben bereits lernten, all diejenigen löslichen Stoffe, welche wir in unlösliche Form bringen können. Es werden sich also von den mineralischen Stoffen nur diejenigen unserem Bemühen widersetzen, welche wir als Meerwasserbestandteile kennen lernten (s. pag. 71), von den organischen löslichen Stoffen dagegen eine recht erhebliche Menge, weil es eben unter den organischen Körpern eine sehr grosse Zahl solcher, um die es sich hier handelt, giebt, welche wir schlechterdings nicht in eine unlösliche Form überzuführen vermögen. Es besteht einfach für sie keine unlösliche Form oder wenn sie wirklich erreichbar wäre, kommt sie für uns nicht in Betracht wegen des vielleicht zu hohen Preises der betreffenden das Unlöslichwerden bedingenden Materialien.

Die chemische Reinigung im Sinne der Abwassersäuberungs-Technik darf nur mit leicht erhältlichen, billigen Materialien rechnen, sonst kann

sie uns nichts nutzen. Die Abwasserreinigungskosten dürfen die Industrie nicht überlasten, andernfalls würde man da, wo das verlangt wird, die Industrie einfach auf den Aussterbeetat setzen und die Möglichkeit ihrer wirtschaftlichen Existenz nicht selten untergraben.

Damit aber wird die Zahl der Mittel, deren sich die Reinigungstechnik bedienen kann, sehr wesentlich eingeschränkt: Aetzkalk und Eisen- und Thonerdesalze, billig erhältliche Mutterlaugen und sonstige geeignete industrielle Abgänge stellen ihre wesentlichsten Vertreter dar, trotz der Unzahl von Rezepten, welche für ihre Handhabung vorgeschlagen wurden.

Noch müssen wir eines Umstandes gedenken, der leicht zum Uebelstande wird. Von der chemischen Reinigung muss man erwarten dürfen, dass sie nicht nur zum Niederschlagen von leichten Schwemmstoffen verhilft, dass sie nicht nur ausscheidet, was ausgeschieden werden kann, sondern dass schliesslich sowohl die mit ihrer Hülfe ausgefällten Stoffe unlöslich, als auch die unter ihrem Einfluss gereinigten Abläufe dauernd klar bleiben.

Aber gerade nach diesen beiden Richtungen lässt uns nur zu häufig die chemische Reinigung im Stich.

Es kann nicht davon die Rede sein, dass bei Entfernung lediglich mineralischer fällbarer Verunreinigungen die chemische Reinigung nicht leistet, was wir von ihr verlangen, aber bei den Abwässern mit hohen Gehalten an organischen Bestandteilen, bei den z. B. überaus verschiedenartig zusammengesetzten und wechselvoll ablaufenden Jauchen der Städtereinigung, darf doch ein Arkanum nicht erwartet werden, welches all den verschiedenen Stoffen gleicherweise in demselben Sinne Rechnung trägt. Solche chemischen Mittel können nicht allen Stoffen gegenüber nur niederschlagend wirken, sondern werden auch einzelne vielleicht nicht berühren, andere an einer sonst aus anderen Ursachen am Ende möglichen Ausscheidung hindern, wieder anderen gegenüber aber sogar lösend wirkend. Das aber leistet leider der Kalk dank seiner basischen Eigenschaften, z. B. bei gewissen Eiweissstoffen oder eiweissähnlichen Körpern! Damit werden seine sonstigen, für unsere Zwecke trefflichen Eigenschaften recht wesentlich geschmälert.

Eine Hauptregel der Reinigungstechnik besagt, dass wir Maass halten müssen mit den Reinigungsmitteln, dass wir ein Uebermaass zu vermeiden haben, wollen wir nicht bewirken, dass nun das Uebermaass mehr Schaden bringt als vielleicht die Stoffe bewirkt haben würden, welche wir auszuscheiden trachten.

Bei dem Aetzkalk haben wir trotz seiner, wie wir gesehen haben, überaus schädlichen Wirkungen für das Fischleben hierauf nicht so ängstlich zu sehen, denn dank der Kohlensäure der Luft wird ein geringes Uebermaass von dieser leicht beseitigt, aber mit dem Verschwinden des Kalkes beziehungsweise seiner basischen Eigenschaften scheiden sich natürlich auch die unter dem Einfluss der Letzteren in Lösung gegangenen Stoffe wieder aus, unser Klärungswerk ist damit vernichtet und die Natur der dabei sich ausscheidenden Stoffe bedingt leider recht unangenehme Zufälle für die betreffenden Gewässerstrecken. Ferner wäre zu erwähnen, dass der Kalk und die meisten chemischen Mittel, wie wir bei der biologischen

Reinigung noch sehen werden, desinfizierend, keimtötend wirken. Gewährleisten sie uns dadurch die Möglichkeit eines leichten Absetzens organischer Trübstoffe — s. Seite 176 —, so ist doch der Kalk kein sehr rasch und vollständig wirkendes Desinfektionsmittel, wenigstens nicht in den Konzentrationen, um welche es sich hier handeln darf. Es kann also nicht ausbleiben, dass in den ausgeschiedenen Massen einzelne Keime am Leben bleiben und weiter leben und mit dem all' solchen Lebensfunktionen gemeinsamen Stoffwechselprodukt, der Kohlensäure, dahin wirken, dass sich die desinfizierenden Eigenschaften des Kalkes, unter deren Einflüssen sie sich ablagerten, mit der Bildung von kohlensaurem Kalk mehr und mehr abschwächen und dass nun in unseren Klärbecken die abgelagerten Massen faulig stinkende Zersetzungen erleiden unter Wiederlöslichwerden vormals gelöster, ja wohl auch vor dem Kalkzusatz bereits unlöslicher oder ausgeschiedener Substanzen, wie das sich in den grossen Klärteichen von Zucker- und Stärkefabriken vielfach ereignet. Man kommt deshalb von der Verwendung des Kalkes bei der Reinigung von Abwässern mit vorwiegend organischen Bestandteilen mehr und mehr zurück, namentlich dann, wenn aus irgend welchen Umständen sich eine rasche Entleerung der Ablagerungen in den Klärbecken nicht vornehmen lässt. — S. Seite 179.

Wir erwähnten oben bereits der Vielheit der Rezepte für die chemische Reinigung. Wo wir die chemische Natur der Abwässer und der mit Hülfe der chemischen Reinigung zu beseitigenden Stoffe kennen, da gelingt es, wie wir oben schon gesehen haben, unschwer diese bestimmten Körper unschädlich zu machen oder auszuscheiden, sofern ihre Ausscheidung überhaupt möglich ist: und zwar dann jeweils unter bestimmter Berücksichtigung eben dieser abzustumpfenden oder auszufällenden Körper. Hierfür kann es keine Rezepte geben, da muss von Fall zu Fall das Erforderliche erwogen werden.

Haben wir es dagegen in einem Abwasser mit einem Haufwerk verschiedener ihrer chemischen Natur nach vielfach unbekannter oder wenigstens ihren Eigenschaften nach nicht ausreichend bekannter Stoffe zu thun, wie das bei den Abwässern mit organischen, teilweise bereits in Zersetzung befindlichen Stoffen der Fall ist und wie sie uns je nach der Fabrikationsmethode selbst Zuckerfabriken liefern, wie wir sie aber z. B. in „Färbereiabwässern“ schlechtweg, besonders aber in städtischen Jauchen mit ihren ständigen oder zeitweiligen Gehalten an verschiedengestaltigen industriellen Abwässern gewöhnlich erwarten dürfen, da ist die Sache nicht so einfach und der Erfolg vielfach unsicher. Hier nun gilt es auf gut Glück zu probieren und zu variieren, um zu einem besten für die obwaltenden Verhältnisse passenden Verfahren nach Qualität und Quantität der zu verwendenden Materialien zu gelangen. Die umfassendste Erfahrung schafft hier das beste Resultat, die sorgsamste Erwägung und Ueberlegung allein hilft nicht viel, denn wir müssen mit allzuvielen „Unbekannten“ rechnen.

Aus diesen Erwägungen heraus wird die Vielheit der vorhandenen und angepriesenen Rezepte verständlich, aber auch der gelegentliche Misserfolg eines an anderer Stelle erprobten und bewährten Mittels. J. König führt in der zweiten Auflage (1899) seines Handbuches „unter anderen“ 75 Reini-

gungsrezepte des näheren an, schliesst aber sehr beachtenswerter und gewiss allgemeinster Anerkennung sich erfreuender Weise — natürlich wohl mit Ausschluss der „Erfinder“ — seine Aufzählung mit dem Satze: „Für gewöhnlich dienen Aetzkalk, Ferro- und Ferrisulfat, Eisenchlorid, schwefelsaure Thonerde, aufgeschlossener Thon (mit löslicher Kieselsäure), Magnesiumchlorid oder -sulfat zur Fällung.“

Werfen wir einen Blick auf die lange Reihe der Rezepte, so begegnen wir in ständiger Wiederkehr eben jenen oben genannten Stoffen, verständigerweise gelegentlich bereichert durch Kohlen- oder Kokspulver, Phosphorsäure und Mangansalze bezw. Abfalllaugen, hier und da illustriert durch tiefsinnige chemische Formeln, welche durch die dadurch ausgedrückte, dem Laien unverständliche Gelehrsamkeit natürlich in gewissen Kreisen für die betreffenden Mittel einnehmen und einnehmen sollen. Wenn wir aber unter den chemischen Fällungsmitteln sogar die giftigen Kupfer-, Zink- und Bleisalze, schweflige Säure, Sulfite, Hyposulfite neben löslichen und unlöslichen Schwefelmetallen, Gaskalk, Theer und Karbolsäure antreffen, dem harmlosen und hier ganz inaktiven Kochsalz begegnen und weiter isländisches Moos und — Heringslake aufgeführt finden, so versöhnt nur einigermassen der ebenfalls und zwar lediglich als Fällungsmittel, nicht etwa für andere brauchbare Zwecke empfohlene Mist als erquickliches Schlusswort!

Die Frage der chemischen Reinigung, wie sie sich uns in diesen der Praxis empfohlenen Rezepten darstellt, macht einen durchaus unwissenschaftlichen Eindruck und verräth stellenweise eine geradezu staunenswerte Unkenntnis der Anforderungen, welche an ein gereinigtes Abwasser gestellt werden müssen!

Es ist das am Ende nicht besonders verwunderlich, denn — wo soll die wissenschaftliche Erkenntnis denn herkommen? Wo wird denn das Wesen der Reinigung der Abwässer, der Reinhaltung unserer Gewässer wirklich ernsthaft allseitig gelehrt auf deutschen Hochschulen und wo wird es folgerichtig und systematisch studiert?

Erst seit wenigen Jahren hat sich das Reichsgesundheitsamt und das Ministerium des Innern und namentlich das Kultusministerium unter Inanspruchnahme des königl. preuss. Instituts für Infektionskrankheiten dankenswerterweise gelegentlich aus hygienischen Rücksichten bereit finden lassen, wichtigen Abwasserfragen — ausserhalb der Städtereinigung — Aufmerksamkeit zu schenken und Hülfe zu gewähren. Insbesondere wäre hier des thätigen und zielbewussten Interesses zu gedenken, welches der Herr Geheime Obermedizinalrat Dr. Schmidtmann vom Kultusministerium diesen Fragen entgegenbringt und sie kraftvoll zu fördern trachtet, wie wichtige neuere Veröffentlichungen aus seiner Feder beweisen. Weiter aber gebührt Ferd. Fischer und Jos. König das nicht hoch genug anzuschlagende Verdienst, die in der Litteratur verstreuten Angaben über das Wesen der Verunreinigung und die bei den Reinigungsversuchen gesammelten Erfolge und Erfahrungen seit Jahren zusammengetragen und damit der grösseren Zahl der Interessenten erst zugänglich gemacht zu haben. Ein nicht geringeres Verdienst kann die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft für sich in

Anspruch nehmen: unter Albert Schultz-Lupitz kraftvollem Eingreifen hat sie der Verwertungsfrage solcher Abfälle für landwirtschaftliche Zwecke ihre besondere Aufmerksamkeit geschenkt, als deren beachtenswerteste Frucht wir J. H. Vogels Handbuch der Verwertung städtischer Abfallstoffe anzusehen haben.

Es ist begreiflich, dass auf die rationelle Gestaltung der chemischen Reinigung naturgemäss der Wunsch einen besonderen Einfluss ausübte, nicht nur zu einem brauchbaren Reinigungseffekt zu gelangen, sondern auch in den niedergeschlagenen Schlammen ein verwertbares Produkt zu erhalten.

Bei den Abwässern mit organischen stickstoffhaltigen Substanzen lag es bei dem hohen wirtschaftlichen Wert dieser Stoffe als Düngemittel auf der Hand, die mit Hülfe der chemischen Reinigung ausgeschiedenen Stoffe für Düngezwecke zu verwenden und dementsprechend die Fällungsmittel so auszuwählen, dass auch deren Bestandteile — z. B. Phosphate — noch nutzbringend und wertvermehrend in Ansatz gebracht werden könnten.

Leider ist es trotz der eifrigsten Bemühungen bisher nicht gelungen, in diesen Ausscheidungen zu solchen Materialien zu gelangen, welche die wertvollen Stoffe in so konzentriertem Zustande enthalten, dass an deren lohnende Verfrachtung auf weitere Strecken gedacht werden könnte, denn damit erst wäre die Möglichkeit einer nutzbringenden Verwertung gewährleistet.

Wir wollen in dem Nachstehenden einiger der Verfahren besonders gedenken, welche aus der übergrossen Zahl der Vorschläge sich zu einer gewissen Bedeutung aufgeschwungen haben und diese erkennen lassen durch wiederholte Ausführung.

Von einer beschränkten Zahl derselben waren wir bereits in der Lage, ziffernmässige Angaben über die mit ihnen erzielten Reinigungserfolge zu machen — z. B. Seite 109, 117, 140 f. —, wieder andere, denen besondere maschinelle Vorrichtungen oder eigenartige Anordnungen zur Beförderung der Klärungen verliehen wurden, sind an anderen Stellen auch bereits erwähnt worden — z. B. Seite 185 f.

1. Der Reinigung mit Hülfe von Kalk allein gedachten wir bereits eingehend — s. Seite 195 — in ihren besonderen Vorzügen und Nachteilen. Das Verfahren ist für die Gesamtreinigungstechnik geradezu unentbehrlich und thut da, wo es hingehört, die allerbesten Dienste. Mit seiner Hülfe sind wir im Stande, in die Abwässer gelangte Anteile von Schwermetallen meist ohne Weiteres völlig zu entfernen; eine Fülle von organischen Stoffen schwachsauerer und selbst indifferenter chemischer Natur bildet mit Kalk unlösliche, also ausfällbare Verbindungen. Leider zeigt es den Eiweissverbindungen — und anderen — gegenüber lösende Eigenschaften, immerhin ist das Mittel aber, wenn selbst die Reinigung mit seiner Hülfe bei gewissen hervorragend mit löslichen organischen Verbindungen beladenen Abwässern zu wünschen übrig lässt, als Klärmittel unübertroffen dank der Beschaffenheit der mit seiner Hülfe bewirkten Ausscheidungen. Ein Ueberschuss des Mittels muss indes seiner fischereischädlichen, Tier- und Pflanzenwelt vernichtenden Eigenschaften wegen thunlichst vermieden werden.

2. Nahnsen-Müller reinigen durch Kalkmilch und aufgeschlossenen Thon (Aluminiumsulfat und lösliche Kieselsäure) oder Ablaugen der Alaunfabrikation, in eigenartigen Tiefbrunnen, Vergl. S. 185. Dem Verfahren wird bei seiner Anwendung zur Klärung von Kanaljauchen nachgerühmt, dass der aus Thonerde und einem Kalk-Thonerdesilikat bestehende Niederschlag sich rascher absetzt, als dies Kalkmilch allein bewirkt. Vergl. S. 141. Das Verfahren fand auch in Zuckerfabriken, Papierfabriken etc. vielfach mit Vorteil Anwendung.

3. F. Eichen klärt städtische Kanalwässer in eigenartigen Tiefbrunnen — s. S. 187 — unter Inanspruchnahme des Schwebefiltersystems mit einer vorerst noch geheim gehaltenen Mischung von Sulfaten, welche die Patentinhaber entsprechend variieren*), in einer Vorklärung, welcher er eine Nachklärung mit Kalkmilch folgen lässt, wobei besonders auch an eine Desinfektion gedacht wird. Das die Hauptklärung bewirkende Mittel soll den erzielten Schlammen einen möglichst hohen Düngewert geben, enthält also wohl Phosphate als Nebenbestandteil.

4. Franz Hulwas Verfahren erfreut sich seit dem überraschenden Gelingen der Reinigung der Abwässer der Zuckerfabrik Strehlen, welche vorher die damals Breslau noch passierende Ohle verpestet hatten, eines wohlverdienten Ansehens. Den Erfolg verdankt dabei Hulwa weniger der chemischen Reinigung mit seinem Gemisch von Eisen und Thonerde und Magnesiasalzen unter vorheriger oder gleichzeitiger Kalkmilchbeigabe zuzüglich präparierter Zellfaser (Holzstoff), als vielmehr seinen langjährigen praktischen Erfahrungen, welche ihn befähigen, zweckentsprechende Modifikationen mit Aussicht auf Erfolg einzuschieben. Wir erwähnten bereits, dass Hulwa in die Reinigungstechnik für Zuckerfabrikabwasser die kleinen ausschaltbaren, nach entsprechender Füllung zu entleerenden Absatzbassins mit bestem Erfolg einführte (Vergl. pag. 179) und unter Umständen auch noch eine Rieselreinigung seinen Abwässern angedeihen lässt. Kurz, Hulwa benutzt gewandt alle verwendbaren Faktoren und verdankt diesem Geschick seine unstreitigen Erfolge. Für die meisten organische Substanzen abführenden Industrien (Zuckerfabriken, Stärkefabriken etc.) einschliesslich der Städtereinigung (Krankenhäuser, Abdeckereien etc.) hat Hulwa meist erfolgreich sein Verfahren eingesetzt. Wenn der Erfolg gelegentlich ausblieb, so lag das eben in den Mängeln, welche der chemischen Reinigung fäulnisfähiger Wässer trotz der sonstigen Hülfen naturgemäss anhaften.

5. C. Liesenberg reinigte besonders Zuckerfabriksabwässer mit Natriumferritalbuminat, welches er durch Aufschliessen von Bauxit oder Thoneisenstein durch einen mit Soda ausgeführten Schmelzprozess erhält. Die Schmelze wird dem Abwasser entweder direkt oder nach Zusatz von Aetzkalk oder auch von Magnesiumchlorid zugefügt. Liegt die Möglichkeit einer landwirtschaftlichen Benutzung der Schlamme vor, so empfiehlt es sich nach J. Wolfmann, durch eine Beigabe von Superphosphat eine Wertvermehrung eintreten zu lassen. — Auch für städtische Abwässer (Braunschweig) fand das Verfahren versuchsweise Anwendung.

---

*) Allgemeine Städtereinigungs-Gesellschaft m. b. H., Wiesbaden.

6. W. Knauer fällt die mechanisch vorgeklärten Zuckerfabrikabwässer nach ihrer Erwärmung auf 80° C. mit Aetzkalk und Manganchlorür und lässt die heissen Abwässer mit Hülfe von Gegenstromkühlern und Gradierwerken erkalten und ihre ausgeschiedenen Schlammstoffe in Klärbeckenanlagen abscheiden. Das Verfahren liefert eine beachtenswerte Abscheidung organischer Substanzen, ohne doch zu befriedigen. Nach der Abstumpfung des desinfizierend wirkenden Aetzkalkes treten stinkende Fäulnisvorgänge selbst in den verdünnten Abwässern wieder auf.

7. M. Friedrich & Co. benutzen ein saueres und ein alkalisches Präparat, besonders zur Reinigung von Schlachthausabwässern, nämlich einmal Eisenvitriol, Eisenchlorid, Karbolsäure und andererseits Thonerdehydrat, Eisenoxydhydrat und Kalk, Beide in Wasser gelöst bezw. aufgeschwemmt, von denen das erstere für sich allein nicht klärend wirkt, nach einander oder unter Umständen gleichzeitig. Die klärenden Wirkungen sind sehr beachtenswert und auch der Reinigungseffekt erscheint in Bezug auf die Verminderung der fäulnisfähigen und stickstoffhaltigen Bestandteile anerkennenswert, die Anwesenheit der giftigen Karbolsäure — auch wo zwingende Gründe nicht vorliegen (s. Seite 146) — lässt dagegen das Verfahren fischereilich als völlig unanwendbar erscheinen. Es dürfte indes auch ohne Karbolsäure gehen.

8. Das Polarite-Verfahren vollführt die chemische Reinigung städtischer Abwässer ohne Aetzkalk mit Hülfe der Seite 143 ihrer Zusammensetzung nach mitgeteilten eigenartigen Stoffe Ferrozone und Polarite; das erstere besteht wesentlich aus Eisen und Thonerdesalzen neben etwas Kohle, das letztere aus Eisenoxyduloxyd, Thonerde, Magnesia und Kieselsäure. Die Abwässer werden auf dem Wege zum Klärbecken mit Ferrozone versetzt und dann in Klärbecken einer vierstündigen Ruhe überlassen, während welcher sich der vorhandene bezw. gebildete Schlamm absetzt. Nach dieser Klärung läuft dann das Wasser auf eigenartige Filterflächen, welche in etwa 30 auf 15 m grossen, 1 m tiefen Kiesbecken in der Weise angeordnet sind, dass auf der Sohle der Becken zwischen grossen Feldsteinen eingebettete Drainröhren sich befinden. Hierauf liegt eine 10—15 cm hohe Schicht groben Kieses, darauf 10 cm Sand und dann folgt in 30 cm Mächtigkeit eine Lage Polarite in erbsengrosser Körnung, bedeckt durch eine 20 bis 25 cm hohe Sandschicht. Die Flüssigkeiten durchströmen dieses Filter. Nach vierwöchentlichem Betriebe soll das Filter an Wirksamkeit nachlassen und einer achttägigen Ruhe bedürfen, um durch den Luftsauerstoff wieder regeneriert zu werden. Dieser Filtration wird unterstellt, dass sie gleichzeitig eine beträchtliche Oxydation bezw. Salpetersäurebildung bewirke, unter Mithülfe nitrifizierender Bakterien. Das Verfahren wurde vor wenigen Jahren in England bekannt und dort mit grosser Begeisterung ob seiner ihm nachgesagten trefflichen Wirkungen aufgenommen und in einigen englischen Städten — Hendon, Roydon, Southhampton — eingeführt; doch soll sogar nach H. A. Röchling die Begeisterung für dasselbe sehr erheblich abgenommen haben; man denkt daran, es aufzugeben. — Auch Bromberg hat das Verfahren angenommen, aber, wie wir hören, bereits wieder eingestellt. Vergl. S. 143.

Hempels Blaustein-Verfahren scheint mit obigem übereinzustimmen, lediglich davon unterschieden als made in Germany!

9. Der A-B-C-Prozess. Wenn auch gegenwärtig nur noch von historischem Interesse, hat das von Sillar und Wigner ersonnene Verfahren doch in England der chemischen Reinigung städtischer Abwässer die Wege gebahnt und immerhin dazu beigetragen, dass die Reinheitsverhältnisse der englischen Ströme dadurch wesentlich gebessert wurden. Das Verfahren trägt seinen Namen nach den verwendeten Hauptbestandteilen Alaun, Blood and Charcoal or Clay (Alaun, Blut, Kohle oder Thon) einer Mischung von Substanzen, welche die Fällung und Reinigung besorgen sollten. Es wurde weiter noch zugefügt Magnesia, Kaliummanganat, Dolomit und gebrannter Thon.

10. Das Verfahren in Frankfurt a. M. mag den Beschluss unserer Beispiele bilden zur Erläuterung der Vielseitigkeit der chemischen Reinigung putrider und besonders städtischer Abwässer und zwar um deswillen, weil dort nach einander verschiedene Reinigungsmittel geprüft wurden, welche, wie es scheint, zu dem Beschluss führen werden, die chemische Reinigung aufzugeben und sich mit einfacher Sedimentierung zu begnügen. Die Erfahrung hat nämlich gelehrt, dass der Main dann nicht wesentlich erheblicher belastet, der Stadtsäckel aber mit dem Fortfall der kostbaren Chemikalien wesentlich entlastet wird. Gewöhnlich findet eine Reinigung der Kanaljauchen mit Thonerdesulfat und Kalk statt. Gelegentlich wurde ohne Fällungsmittel gearbeitet bezw. lediglich mit Kalk — vergl. die Analysen Seite 141 — ferner aber auch mit Eisensulfat und Kalk sowie mit Phosphorsäure und Kalk. Den Bau der Klärbecken s. pag. 180.

Die beiden an letzter Stelle genannten Fällungsmittel bewirkten die beste Klärung, während Thonerdesulfat und Kalk den besten Reinigungseffekt in Bezug auf die gelösten organischen Stoffe im Gefolge hatten.

Zum Schluss müssen wir noch eines weiteren, meist mit der chemischen Reinigung Hand in Hand gehenden oder wenigstens in ihr Bereich geworfenen Mittels gedenken,

der Absorption. Es ist bekannt, dass wir gewissen Farb- und Riechstoffen gegenüber eine Entfärbung, eine Entfernung der Riechstoffe, z. B. mit Hülfe von Kohle pflanzlichen wie tierischen Ursprungs zu erreichen vermögen. Es bleibe dahingestellt, ob wir diesen Vorgang mehr als einen physikalischen oder chemischen aufzufassen haben; je, nach der Natur des Absorptionsmittels machen sich zweifellos auch chemische Vorgänge bemerklich*). Sie hilft uns gewissen Abwässern gegenüber, deren

*) Es herrscht hierüber bei den Praktikern einige Verwirrung. So sah Verfasser mehrfach Kalksteinbrocken in hölzernen Kästen oder gemauerten Gruben dazu verwendet, die letzten Reste freien Chlors, freier schwefliger Säure etc. „absorbieren" zu lassen, wie man das irrtümlicherweise nannte anstatt „binden". Es mag hierbei erwähnt werden, dass solche Umspülungen von Kalksteinstücken selbst in feinerer Körnung dieser Aufgabe sehr ungenügend nachkommen, keinesfalls aber die letzten Reste wirklich binden. Dazu ist in den Betrieben die Dauer der Umspülung eine viel zu kurze. Meist sind solche Vorrichtungen nur dazu bestimmt, den unkundigen Aufsichtsbeamten zu zeigen, wie sorgsam man bestrebt ist, die Abwässer unschädlich zu machen. Dass die Sache wenig hilft, spielt dabei natürlich keine Rolle.

Reinigung jedem anderen Verfahren misslingt, und ganz besonders haben wir ihrer zu gedenken, weil P. Degener, dem wir bereits das beachtenswerte Kohlebrei-Verfahren danken, neuerdings ein sehr wirksames Verfahren ersonnen hat, welches, wie Verfasser aus eigener Wahrnehmung bestätigen kann, trefflich wirkt und gerade fischereilich von nicht zu unterschätzender Bedeutung erscheint, z. B. zur Entfernung giftiger Teer- und Phenolreste, oder färbender Bestandteile aus den Abwässern.

P. Degener benutzt als Absorptionsmittel staubfein gemahlene Kohle von eigenartiger Herkunft und Beschaffenheit, die er Pflanzenblutkohle nennt und je nach Erfordernis und chemischer Natur der Bestandteile der zu reinigenden Flüssigkeiten mit neutraler, saurer oder alkalischer Reaktion in den Abwässern aufgeschwemmt zur Wirkung kommen lässt.

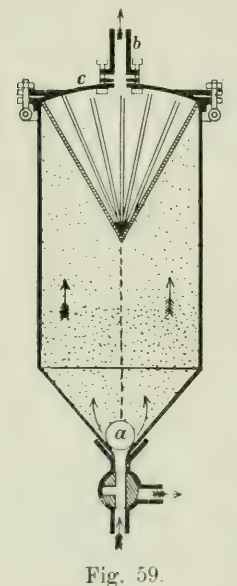


Fig. 59.

Es kommt dabei das nebenstehend abgebildete Absorptionsgefäss zur Verwendung, dessen Zeichnung uns gütigst überlassen wurde.

Die mit der patentamtlich geschützten Pflanzenblutkohle in Rührwerken gemischten Abwässer treten durch den Dreiweghahn unter dem Kugelventil a in den Apparat, um hier in langsamem Strome unter gleichzeitiger Benutzung des Prinzips der Schwebefilter absorbierend auf die zu beseitigenden Stoffe einzuwirken und dann den schirmförmigen mit einem Filzfilter umkleideten, den Apparat oben abschliessenden Einsatz zu durchziehen und filtriert und gereinigt bei b auszutreten.

Je nach der Beschaffenheit und Konzentration der betreffenden Abwässer sind solche Absorptionsgefässe in geringerer oder grösserer Anzahl batterieartig mit einander verbunden für den Einzelfall erforderlich, unter Umständen mehrere dieser Batterien, falls neben einer Absorption in saurer oder neutraler Flüssigkeit die Blutkohle auch noch bei alkalischer Reaktion wirken soll.

Der Dreiweghahn gestattet die Ausschaltung jedes einzelnen Cylinders aus dem Betriebe, wenn die Entleerung des Apparates behufs Regenerierung der Kohle, sobald deren absorbierende Wirkungen sich erschöpft haben, notwendig wird. Obgleich der Anschaffungspreis der Kohle dermalen ein ziemlich hoher, gestaltet sich doch die Reinigung mit Hülfe des P. Degener'schen Verfahrens recht billig, bezogen auf den cbm zu reinigenden Abwassers, da die Kohle auf einfachem Wege ohne nennenswerte Verluste wieder belebt werden kann.

Wir vermögen die Besprechung der chemischen Reinigung nicht zu verlassen, ohne gewisser, im Interesse der Reinhaltung unserer Gewässer ersonnener chemischer Verfahren zu gedenken, deren Handhabung allerdings nicht unter den landläufigen Begriff der „chemischen Reinigung" fällt. Unter der Letzteren verstehen wir wesentlich chemische Vorgänge, welche durch Zusätze zu den verunreinigten Abwässern bedingt werden, während gewisse

Abwässer mancher Industriezweige ein tieferes Eingreifen chemischer Wirksamkeit erfordern. Wir wollen diese Vorgänge als

Chemische Prozesse zum Schutz unserer Gewässer

bezeichnen.

Bereits bei dem Knauer'schen Reinigungsverfahren sahen wir die chemische Reinigung bei höherer Temperatur unter künstlicher Erwärmung eingreifen. Es kann aber vorkommen, dass uns auch damit noch nicht ausreichend geholfen wird, dass wir vielmehr im geschlossenen Raum Vorgänge einleiten müssen, welche wir sonst nur als Prozesse der chemischen Industrie anzutreffen gewohnt sind: Destillationen, Arbeiten unter hohen Temperaturen, unter gespanntem Dampf und gesteigertem Druck, endlich aber auch Verdampfungen und Verbrennungen zur endlichen Vernichtung der auf anderem Wege ihrer für uns gefahrvollen Bestandteile nicht zu entkleidenden Abwässer.

Wir würden die uns bei Abfassung dieser Schrift gestellte Aufgabe nach Richtung von Raum und Inhalt wesentlich überschreiten, wollten wir hier im Einzelnen der Fülle solcher Vorgänge und Arbeiten nachgehen, aber unerwähnt dürfen wir sie doch nicht lassen, um so weniger, als manche dieser hier in Rede stehenden dringend reinigungsbedürftigen Abwässer die erforderliche Bearbeitung zur Zeit noch nicht finden und so Schaden bringen.

Hierbei haben wir wesentlich im Auge die Abwässer der so vielseitigen chemischen Industrie, welche eine sorgsame Fabrikleitung unschädlich zu machen wissen muss, auch dann, wenn das dabei etwa gewonnene Nebenprodukt die Kosten seiner Aufarbeitung nicht deckt.

Ferner wäre in unserem Sinne zu gedenken ganz besonders der Holzstoff- und Papierindustrie, der Färbereien und Bleichereien, für deren mancherlei Abwässer die Reinigungstechnik noch Mancherlei zu wünschen übrig lässt und welcher deshalb, wo die Verhältnisse dazu zwingen, nur ein Eindampfen zur Vernichtung der schädlichen Faktoren übrig bleibt.

Auch gewisse Abwässer der Zuckerindustrie, wie z. B. die Ausscheidewässer, spotten dermalen den Versuchen einer ausreichenden Reinigung, auch bei ihnen bleibt die Vernichtung durch Konzentration und nachherige Verbrennung das einzige Heil. Nicht minder hätten wir hier der Verwertung und Aufarbeitung gewisser Abgänge der landwirtschaftlichen Gewerbe zu gedenken, der Treber-, Pülpe- und Schnitzelverarbeitungs- bezw. trockenvorrichtungen etc.

Die Städtereinigung kann nur rieseln, wo dies die Verhältnisse gestatten, aber sie muss ihre Auswurfstoffe unter allen Umständen entfernen, abführen und verarbeiten, wo sich das Abgeführte ohne Weiteres nicht verwerten lässt.

Es gehören mithin hierher auch Poudrettefabriken und die Verfahren zur industriellen Ausnutzung der verwertbaren Bestandteile solcher Abwässer.

Ganz besonders erwähnenswert aber erscheinen an dieser Stelle diejenigen Verfahren, welche zwar einen erheblichen Anteil der schädlichen Substanzen der Abgänge zu beseitigen vermögen, immer aber noch Abwässer liefern, deren Schädlichkeit sich unter gewissen Verhältnissen bemerklich machen kann.

Wir haben hierbei die Verarbeitungsverfahren frischer menschlicher Auswurfstoffe im Auge, wie sie das Verfahren von Buhl und Keller nach der Abfuhr mit sich brachte und wie sie noch jetzt, wenn auch nur in einigen holländischen Städten eingeführt, das Liernur-Verfahren mit nachfolgender Ammoniakdestillation bietet.

Buhl und Keller in Freiburg i. B. verarbeiteten die menschlichen auf pneumatischem Wege aus den Gruben entleerten durch Transport in dichten Wagen in die Fabrik gefahrenen Abgänge nach dem Klären mit Manganmutterlaugen unter Aetzkalk-Zusatz auf Ammoniak, während der Klärschlamm in Filterpressen entwässert und an der Luft getrocknet, als Düngemittel in den Handel kam. Die ätzkalkhaltigen Destillationsrückstandswässer gelangten als Abwässer zum Ablauf bezw. dort durch Versickern in den Untergrund.

Die Abfuhr, welche in dem kleinen Freiburg der letzten siebziger Jahre durch die Arbeit von Gespannen besorgt wurde, vollbringt das Liernur-Verfahren durch pneumatisches Absaugen der Exkremente mit Hülfe kostspieliger Rohrleitungen, welche den Transport der Auswurfstoffe von den einzelnen Aborten vorerst in grössere in der Mitte der Strassen liegende Sammelreservoire und aus diesen in die ausserhalb von Amsterdam, Utrecht und Leyden liegenden Klärstationen besorgt. Dort wird mit Hülfe eines gegen das oben erwähnte Verfahren wesentlich verbesserten Destillations-Apparates von Feldmann unter Zusatz von Aetzkalk zu den geklärten Wässern Ammoniak gewonnen und auf Ammoniumsulfat verarbeitet. Die rückständigen Destillationsabwässer gelangen zum Ablauf. Vergl. pag 144.

Wir können dem an sich interessanten Verfahren hier eine eingehendere Würdigung und Besprechung nicht gewähren; unerwähnt durfte es ebensowenig bleiben, als die Bemühungen von Buhl und Keller, welche an den in Freiburg derzeit obwaltenden Verhältnisse scheiterten.

Geeignete Umstände könnten sehr wohl zu einer Einführung des Verfahrens auf deutschem Boden führen, zu einer Abfuhr durch Absaugen, wie es Liernur macht oder durch Abdrücken nach Shone unter Verarbeitung der ammoniakhaltigen Massen.

Elektrische Reinigung. Es würde schier verwunderlich erscheinen, wenn in der heutigen Zeit der Versuch nicht gemacht worden wäre, die Elektricität auch in den Dienst der Abwasserreinigung zu stellen. Namentlich englische und amerikanische Erfinder haben sich eingehend damit beschäftigt, allseitig brauchbare Verfahren zur elektrischen Abwasserreinigung zu ersinnen. Soviel darüber bekannt geworden, ohne den gewünschten Erfolg.

Nur die Verfahren von W. Webster und E. Hermite haben es in

England — Crossnes, Salford — und Frankreich — Havre, Lorient, Brest — zu grösseren Versuchsanlagen gebracht. W. Webster*) lässt elektrische Ströme — Salford — von 50 Ampère und 50 Volt, die er im „elektrolytischen Kanal“, in welchem die von den — städtischen — Jauchen umspülten mächtigen Eisenplatten als Elektroden aufgehängt sind, mit Hülfe der Chloride**) der Abwässer ihre Arbeit verrichten. Als Reinigungserfolg ergaben sich im Mittel Verluste an organischer Substanz von 73,6 % und an organisch gebundenem Ammoniak von 60,6 %. Die keimtödtende Wirkung des Verfahrens erwies sich als beachtenswert, doch nicht als vollständig.

J. König hat sich mit einer Prüfung des Verfahrens beschäftigt, findet indes die von W. Webster gegebene Deutung der sich abspielenden Vorgänge nicht zutreffend, weshalb wir Verzicht leisten, hierauf des Näheren einzugehen, umsomehr, als das Verfahren in seiner gegenwärtigen Gestalt weitaus zu theuer — im Vergleich mit anderen gleicher Leistung — zu arbeiten scheint, da hierfür etwa 1 Mk. für den Kopf einer städtischen Bevölkerung sich ergiebt.

E. Hermite will die Abwässer mit Hülfe elektrischer Ströme von 300 Ampère und 6 Volt wesentlich nur sterilisieren, indem er Seewasser oder ein Gemisch von 40 gr Kochsalz und 5 gr Chlormagnesium im Liter entsprechend verdünnt, ihrer Einwirkung mit Hülfe von Platin- und Zinkplatten als Elektroden aussetzt. Mit dieser Flüssigkeit, welche etwa 0,5 gr freies Chlor im Liter enthält, sollen Abtritte und ähnliche Räume gespült werden. Die Erfolge waren recht mangelhaft, die Kosten mit 1 Mk. pro Kopf und Jahr unverhältnismässig hoch.

Fischereilich dürften die nach den erwähnten Verfahren „gereinigten“ Abwässer wegen des möglicherweise vorhandenen freien Chlors ungereinigten Abwässern nicht voranzustellen sein!

Die biologischen Reinigungsverfahren. Bereits bei der Besprechung der mechanischen Reinigungsverfahren und noch mehr bei den chemischen haben wir gesehen, dass menschlicher Erfindungsgeist bestrebt ist, seinen Zwecken entsprechend die einzelnen Verfahren zu kombinieren und bei der Handhabung des einen sich die guten Dienste eines anderen ebenfalls nutzbar zu machen. So auch begegnen wir bei den biologischen Verfahren vielfach einer Vorarbeit durch einfache mechanische Klärung und wohl selbst durch vorhergegangene chemische Reinigungsversuche, um schiesslich unter Zuhülfenahme der guten Dienste, welche uns die Lebensfunktionen von Pflanzen und Tieren für unsere Zwecke zu bieten vermögen, zu dem erwünschten Endergebnis einer ausreichenden Reinigung unserer Abwässer zu gelangen.

Erweisen sich biologische Vorgänge bei der mechanischen Klärung, ja selbst bei der chemischen Reinigung als störend und hemmend, so erscheint das deshalb begreiflich, weil beide eben das Optimum ihrer Leistungsfähigkeit den Abwässern mit unorganischen Stoffen gegenüber erfüllen, während die biologischen Prozesse, welche wir für Reinigungszwecke nutzbar zu machen

*) Nach H. A. Röchling, Gesundheits-Ingenieur, 1892, XV, 177.

**) Sind solche nicht ausreichend vorhanden, so werden sie zugesetzt.

bestrebt sind, wesentlich gerade mit den organischen Substanzen rechnen. Hier schliesst wiederum ein Uebermaass gewisser anorganischer Stoffe die gedeihliche Wirksamkeit der biologischen Verfahren aus.

Unter den biologischen Verfahren verstehen wir
das Faulverfahren mit intermittierender Filtration.
das Rieseln und die Selbstreinigung.

Das Faulverfahren ist als direktes Reinigungsverfahren das neueste, wenn auch hervorgehoben werden muss, dass die Entdeckung seines Reinigungswertes mehr als ein Menschenalter zurückliegt. Alexander Müller*) hat das Verdienst, zuerst erkannt zu haben, dass Abwässer mit organischen Resten, er experimentierte mit verdünntem Harn, beim Stehen an der Luft unter dem Einfluss von Fäulnisvorgängen in einen Zustand gelangen, welcher als eine Reinigung von ihren organischen Bestandteilen aufgefasst werden musste.

Alex. Müller's Entdeckung konnte aber damals, im Anfang der 70er Jahre, nur in dem Sinne einer Erklärung gewisser Vorgänge auf den Rieselfeldern nutzbar gemacht werden, denn unsere Erkenntnis der Lebensvorgänge der mikroskopischen Kleinflora errang sich erst nach Robert Koch's genialem Eingreifen die Vorbedingungen, welche zu einer bewussten praktischen Verwertung derselben heranzuziehen waren.

Wenn nun auch Alex. Müller die völlige Tragweite seiner Beobachtungen damals noch nicht zu erkennen vermochte, so war er doch unentwegt bestrebt, in Wort und Schrift fördernd und klärend den rätselhaften Vorgängen nachzugehen.

Ausgestaltet wurde das Verfahren zuerst von dem Engländer W. J. Dibdin und nach ihm von V. Schweder, welcher in Gross-Lichterfelde auf deutschem Boden die erste grössere Versuchsanlage schuf, der bald andere folgten.

Das Verfahren besteht im Wesentlichen darin, in geeigneten Räumen bei Abschluss des Lichtes Fäulnisprozesse anzuregen und verlaufen zu lassen und zwar bei städtischen Jauchen durch Mikroben, welche die Abwässer mit den Fäkalien erhalten. Aus diesem „Faulraum“ treten, nachdem die fauligen Gährungen einige Stunden angehalten haben, die Flüssigkeiten in die „Oxydationsräume“, deren ersten V. Schweder als Filter bezeichnet.

Die nachstehenden Zeichnungen**) erläutern die Vorgänge in trefflicher Weise, ohne indes die Einrichtungen der Versuchsanlage in Gross-Lichterfelde darzustellen. Aus den daselbst gesammelten Erfahrungen, welche eine Vereinfachung gestatteten, wurde die nachstehende Anordnung abgeleitet und bereits mehrfach ausgeführt.

Der Uebertritt aus dem Faulraum auf die Filter erfolgt durch ein im

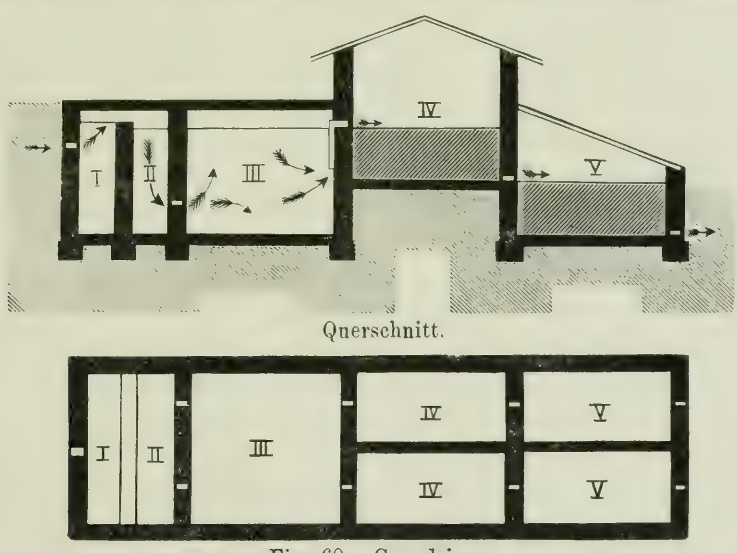
*) Vor ihm hat bereits der bekannte englische Gelehrte E. Frankland in den sechziger Jahren der Bedeutung mikrobiologischer Vorgänge für die Vernichtung organischer Reste verständnisvolles Interesse entgegengebracht.

**) Wir danken dieselben der Verlagsbuchhandlung von F. Leineweber in Halle, dem Verleger von V. Schweders: Die Grosslichterfelder Versuchsanlage zur Reinigung städtischer Abwässer, ihr Schlussergebnis und die Nutzanwendung. II. Auflage 1899, S 14.

Faulraum bis zur Mitte seiner Anfüllung reichendes Rohr, welches bezwecken soll, dass nur diese sinkstoff- und schwebestoffärmsten Flüssigkeitsschichten zum Uebertritt gelangen. Der bis zur Wasserhöhe des Faulraumes dunkel gestrichelt gezeichnete Teil des Filters und des gleichartig hergerichteten Oxydationsraumes trägt auf seiner im Uebrigen völlig dichten Sohle eine gewöhnliche enge Ackerdrainierung, deren Sammelstrang als Ausfluss die betreffenden Wandungen durchsetzt. Ein Ventil am Sammelstrang ermöglicht eine zeitweise Ausserbetriebsetzung der anschliessenden Drainage. Auf den Drainröhren lagern zunächst 30 cm hoch grober kalkhaltiger Kies, darüber 60 cm hoch Koksgruss und auf diesem endlich 30 cm Kies feinerer Körnung.

Der einzelne Abteil IV lief in Lichterfelde in etwa einer Stunde bei gesperrtem Ablaufventil voll unter Verdrängung der in den Koks- und Kiesschichten enthaltenen Luft, wobei eine sehr intensive Durchlüftung erreicht wurde, während der Ablauf in etwa der halben Zeit sich vollzog.

Die Räume I, II und III arbeiteten kontinuierlich, während IV und V bei abwechselnder Inanspruchnahme je 4 Stunden der Arbeit und ebensolange der Ruhe überlassen blieben. Bei Bedarf können natürlich weitere Filter und Oxydationsräume an den Faulraum angegliedert werden



Querschnitt.

Fig. 60. Grundriss.

Die Abwässer treten der Pfeilrichtung entsprechend von links in den Sandfang I, gelangen durch Ueberlauf in den Schlammfang II und von dort in etwa einem Drittel der Tiefe der in dichtem Cementmauerwerk hergestellten Gruben in den Faulraum III, und von hier alternierend auf das linke bezw. rechte Filter IV — vergl. den Grundriss — bezw. den zugehörigen Oxydationsraum V, woselbst sie jeweils etwa 4 Stunden der Ruhe überlassen bleiben, um dann rechts an der Sohle von V klar, geruchlos und zu weiteren stinkenden Fäulnisprozessen unfähig auszutreten.

Das Verfahren — Vergl. Seite 147 — gewährte einen beachtenswerten Reinigungseffekt und eine meist vollständige Oxydation des Stickstoffs unter

direkter Verwendung des Luftsauerstoffes bezw. nach Annahme des Erfinders unter Vermittelung nitrifizierender Mikroben.

Das aus dem Sammelstrange von V austretende Wasser erwies sich für Fische nicht nur direkt erträglich, sondern in einem vorgelegten Fischweier, welcher die Wässer ohne Weiteres aufnahm, zeigten Karpfen sogar annehmbare Abwachsverhältnisse.

Die Besucher der Lichterfelder Versuchs-Anlage haben wohl, soweit sie derselben einiges Verständnis entgegen brachten, ausnahmslos den Gährungsvorgängen innerhalb der langen Kanalisationszuflussleitungen einen hervorragenden Anteil an der thatsächlich überraschenden Reinigungsarbeit beigemessen, welchen indes V. Schweder auf Grund der Erfahrungen in seinen neueren Anlagen in Abrede stellen zu dürfen glaubt. Auch die, wie vielfach angenommen wurde, notwendigerweise erheblich anwachsenden Schlammmassen in den Faul- und Oxydationsräumen sollen nach Mitteilungen von V. Schweder überraschenderweise nicht so beträchtlich sein, dass sie den Betrieb irgendwie hinderlich beschwerten.

Das Verfahren dürfte wohl, selbst den städtischen Jauchen gegenüber, noch nicht völlig in allen Teilen und Vorgängen abschliessend ausgebaut sein, wie bedauerliche Misserfolge beweisen. So wurde uns z. B. von der Anlage auf dem Lechfelde, bestimmt zur Reinigung der Jauchen aus den Kasernen des grossen Militärübungsplatzes, durch Prof. Dr. Hofer berichtet, dass sich die Kohlefilter dort, bis jetzt unabstellbar, „durch eingelagerte Zoogloeen, Algen, Infusorien, Flagellaten und Rhizopoden“ verstopften.

Es dürfte dies Vorkommnis beweisen, dass die frischen Jauchen in der kurzen Dauer von pp. 6 Stunden eben nicht ausreichend „ausfaulen“, sowie dass es sich hierbei nicht lediglich um Fäulnisprozesse handelt!

Solche Fehlschläge sollten aber nicht davon abhalten, dem unseres Erachtens sehr aussichtsvollen Verfahren eine recht grosse Aufmerksamkeit zu widmen. Es wird und muss gelingen, uns hierin ein Verfahren auszugestalten, welches nicht nur der Städtereinigung, sondern namentlich auch denjenigen industriellen abwasserliefernden Betrieben zu helfen im Stande sein wird, welche besonders widerstandsfähige organische Stoffe abführen.

Trotz der Vorzüge, die wir in der Raumersparnis erblicken, welche bei kleineren und ärmeren kanalisationsbedürftigen Städten immerhin in Betracht kämen — die kleine Lichterfelder Anlage verarbeitete täglich 70 cbm Jauche, d. h. die Abgänge von etwa 1000 Köpfen auf einem Raum von 400 qm incl. Wärterbude, Hofställe und Fischbehälter, während man bei Rieselfeldern entsprechend etwa mit 4 ha rechnen müsste — würden wir doch die guten Dienste des Faulverfahrens gegenüber den Abwässern von Zuckerfabriken und Stärkefabriken für einen bei weitem wichtigeren Erfolg erachten.

Hier versagen, besonders den Zuckerresten und zuckerähnlichen Körpern gegenüber, bisher alle Versuche, zu einer ausreichenden Reinigung zu gelangen, nur sehr ausgedehnte Rieselfelder mit nach jeder Richtung geeignetem Rieselboden geben zufriedenstellende Ergebnisse. Aber solches Rieselland ist nicht überall zu finden, ganz abgesehen von den beträchtlichen Kosten für Landerwerb, Drainage und Aptierung.

Hier gilt es einzusetzen und nach den Bedingungen zu suchen, unter denen die geeigneten Fäulniserreger, welche, wenn nötig, zu erziehen wären, das Optimum ihrer zerstörenden, die organisierte Substanz mineralisierenden Wirksamkeit auszuüben vermögen. Vielleicht müssen wir dabei neben der Sauerstoffzufuhr auch noch an eine Wärmevermehrung denken. Wahrscheinlich würden wir selbst den hier vorhandenen grossen Abwassermengen dadurch zu begegnen vermögen, dass wir durch geeignete Trennung und Behandlung der verschiedenen Abwässer je für sich allein unter den gerade ihnen zuträglichsten Sonderbedingungen dem Ziele näher kämen, unter Ausschaltung der jetzt nur die Wassermenge vermehrenden, bis fast zur Unschädlichkeit verdünnten Abwässer. Dagegen müssen wir wohl mit einer längeren Dauer der biologischen Prozesse rechnen, denn in der kurzen Zeit kann sich eben eine ausreichende „Ausfaulung" nicht vollziehen.

Einem ersten Versuch von Alex. Müller und V. Schweder auf der Zuckerfabrik Gröbers gelang, unter Zuhülfenahme der Entleerungen der Arbeiter welche als Ferment wirken sollten, die Reinigung der Gesamtabwässer der nur 2400 Centner Rüben verarbeitenden Fabrik nur sehr mangelhaft, was wohl darin seinen Grund haben mochte, dass in dem Sammler, welcher die gesamten Abwässer aufnahm, allzu bald ein starker Kalkzusatz hinzugefügt wurde und damit eine Abtötung der arbeitenden Mikroben erfolgte. Wäre diese Beigabe später erfolgt und damit den Mikroben mehr Zeit für ihre Arbeit geblieben, so hätten sie wohl bessere Leistungen erzielt. Die Abwässer gelangten dann noch auf 8—10 ha Rieselland; trotzdem erschien die Reinigung nicht ausreichend.

Sehr viel bessere Erfolge gab das Verfahren von A. Proskowetz auf den Zuckerfabriken Sadowa (Böhmen) und Sokolnitz (Mähren). Die Abwässer werden vorher mit Kalk neutralisiert und gelangen nach dem Absetzen der Sinkstoffe in schwach alkalischem Zustande auf eigenartig drainirte Rieselfelder, in denen sich nach der Abscheidung des freien Kalkes durch die Lebensprozesse der Bakterien nun ein tiefgehender Fäulnisprozess vollzieht, welcher die fäulnisfähigen Bestandteile des Abwassers jetzt derartig umsetzt, dass eine abermalige Kalkklärung zu einer nach vorliegenden Untersuchungen und Berichten ausreichenden Reinigung führt.

Das Rieseln zum Zweck der Reinigung von Abwässern mit hohen Gehalten an organischen stickstoffhaltigen fäulnisfähigen Substanzen, wie solche die Kanaljauchen der Städte und die Abflüsse einer Reihe von gewerblichen Betrieben liefern, ist zwar nicht neuen Datums, wohl aber die durch systematische Entwässerung der Städte bedingte Abfuhr städtischer Unratstoffe durch Abschwemmen und das Ueberrieseln weiter Acker und Wiesenflächen zum Zwecke der Gesundung dieser verpesteten Gewässer.

Unter den Trümmern von Babylon und Ninive und mehreren altägyptischen Städten hat man Reste unterirdischer Kanalisationen gefunden, wie solche auch zur Blütezeit des alten Griechenland in Athen vorhanden waren. Die etwa 500 Jahre vor unserer Zeitrechnung in Rom erbaute und bis auf den heutigen Tag benutzte Cloaca maxima liefert den Beweis, dass schon in sehr alter Zeit das Zusammenwohnen der Menschen diesen

lehrte, sich der guten Dienste des Wassers zu bedienen zum Zweck der Entfernung der Unratstoffe aus der Nähe menschlicher Wohnstätten.

Andererseits weist das bis weit in die vorhistorische Zeit zurückgreifende Begraben der Leichen darauf hin, dass auch die desodorisierenden Eigenschaften der Ackererde unter Verhüllung der erwünschten Fäulnisvorgänge zur Vernichtung der organischen Substanzen von Alters her bekannt waren.*)

Die erste geschichtlich feststehende Verwendung von durch städtische Abgänge verunreinigtem Wasser für Rieselzwecke**) erfolgte durch italienische Mönche im 12. Jahrhundert, indem sie das Wasser des Flüsschens Vettabir, welches die Schmutzwässer der Stadt Mailand aufnahm, zur Berieselung von Wiesenflächen benutzten, wobei unentschieden bleibt, ob dies zur Erhöhung der Erträge der Wiesen, also zu Düngezwecken, oder in der bewussten Absicht einer vorzunehmenden Reinigung des Wassers geschah.

Das schlesische Städtchen Bunzlau darf indess für sich das Verdienst in Anspruch nehmen, bereits im 16. Jahrhundert die erste Rieselfeldanlage mit Schwemmkanalisation geschaffen zu haben (1559), welche heute noch 15 ha gross, in Betrieb ist.

Erst der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts blieb es vorbehalten, unter dem Vortritt Englands der Schwemmkanalisation mit Rieselbetrieb auch in Deutschland — Danzig 1869, Berlin 1873 — Eingang zu verschaffen.

Wie jetzt allgemein anerkannt wird, hat sie sich in sanitärer Hinsicht wider Erwarten bewährt, was besonders in dem Rückgang der Sterblichkeitsziffern kanalisierter und rieselnder Städte seinen Ausdruck findet, während allerdings die landwirtschaftliche Ausnutzung der düngenden Bestandteile auf den Rieselgütern zu wünschen übrig lässt, welche auf anderem Wege (Abfuhr) zu wirtschaftlich weitaus bedeutenderen Erträgen führen könnte.

Es muss dabei anerkannt werden, dass diese günstigen Erfolge wohl in erster Linie der mit der Einrichtung von Rieselanlagen zwingend Hand in Hand gehenden regelrechten Kanalisation und der davon wiederum kaum zu trennenden Versorgung der Städte mit gutem und gesundem Trinkwasser zugeschrieben werden müssen. Die beiden letzteren allein würden zur Sanirung der Städte wohl ausreichen und wo Rieselanlagen sich nicht herstellen lassen, reichen sie thatsächlich auch aus.

Bei der Besprechung der chemischen Natur der städtischen Auswurfstoffe haben wir der einzelnen Glieder derselben bereits gedacht, hier können wir im Interesse einer kurzen Erläuterung des Wesens der Kanalisation

---

*) Moses wusste übrigens von diesen Eigenschaften des Bodens ebenfalls schon, denn er schreibt für das jüdische Sittengesetz im V. Buch Kap. 23 Vers 12 und 13 vor: „und du sollst einen Platz ausserhalb des Lagers haben, wohin du gehest zur Notdurft der Natur und du sollst ein Schäuflein am Gürtel tragen, und wenn du gesessen bist, sollst du ringsum graben und bedecken, was von dir gegangen". Die nomadisierenden arabischen Wüstenstämme haben diese Sitte sich bis auf unsere Tage erhalten, aber — für unsere Grossstädte dürfte sich „das Schäuflein" doch nicht zur Einführung empfehlen.

**) Th. Weyl-Blasius, Städtereinigung, S. 2

nicht unterlassen, der für diese unerlässlichen engeren Gruppierung zu gedenken, welche als

Strassenwasser,
Brauchwasser und
Spülwasser

zu bezeichnen wäre.

Die Menge der Strassenwässer — Meteorwässer — ist abhängig von der Regenhöhe des betreffenden Ortes, die Brauchwässer unterliegen je nach den Lebensgewohnheiten und der Wohlhabenheit seiner Bewohner und den Bedürfnissen der dort ansässigen Industrie gewissen oft sehr beträchtlichen Abweichungen, während wir die Spülwässer nach der Kopfzahl der Einwohner annähernd ausreichend zu bemessen vermögen.

Die Städtekanalisation hat nun die Aufgabe, die Gesamtmenge dieser Abwässer möglichst rasch aus dem Weichbild der Städte zu entfernen und zwar vermittelst dichter gemauerter Kanäle oder Rohrleitungen aus Eisen bezw. Thon. Da die Mengen der vorhandenen und nun abzuleitenden Regenwässer ganz gewaltigen Schwankungen unterliegen, die Kanalisation jedoch die Aufnahme der Höchstmengen vorsehen muss, dies aber nicht immer thut oder thun kann, wie die verderbenbringenden Notauslässe beweisen, so erscheint es begreiflich, dass man sich namentlich in Ansehung der Reinheit der Regenwässer bemüht hat, im Interesse der Verbilligung der Bauten diese reinen Wassermassen von den verunreinigten Brauch- und Spülwässern zu trennen. Soweit möglich, und in kleinen kanalisierten Städten ist das wohl die Regel, werden die Regenwässer in offenen oberirdischen Leitungen abgeführt und nur die Brauch- und Spülwässer in dichten Röhren unter Tage abgeleitet.

Diese Trennung hat, von der direkten Ersparnis bei Anlage der Kanalisation abgesehen, auch noch den weiteren Vorteil, dass die verunreinigten Gewässer in konzentrierterem Zustande abgeführt werden können, also wo die Verhältnisse dies erfordern, eine Verarbeitung zu Poudrette etc. erleichtern. Gelegentlich der Besprechung des Liernur-Verfahrens — Seite 144 — haben wir der Eigenart einiger dieser Trennsysteme bereits gedacht.

Der Wunsch der Erreichung einer Verarbeitungsmöglichkeit hat auch wohl, wo offene Ableitung wegen der Ausdehnung der betreffenden Städte sich als unausführbar erwies, dazu geführt, getrennte unterirdische Leitungen für die Regenwässer einerseits und die Brauch- und Spülwässer andererseits einzuführen, wie das namentlich in den englischen Klein- und Mittelstädten üblich sein soll.

Wo aber die Bedingungen für die Anlage von Rieselfeldern gegeben sind, da wird, wenigstens in Deutschland, von derartigen Trennungen derzeit noch abgesehen und die Gesamtheit der Abwässer gemischt in einem Hauptkanal abgeleitet. In diesen münden die innerhalb der Städte im Zuge der Strassen liegenden Nebenkanäle, welche ihrerseits die Hausanschlüsse aufnehmen. Unter Benutzung des natürlichen Gefälles oder, wo das nicht vorhanden ist, mit Hülfe mächtiger Pumpwerke werden die Kanaljauchen nun nach den Rieselfeldern geleitet oder gedrückt, um hier der endlichen Reinigung durch den Rieselprozess unterworfen zu werden.

Wir verlangen von dem Rieseln, dass es auf mechanischem Wege

durch die filtrierenden Wirkungen des Ackerbodens reinigend wirkt durch Zurückhalten der ungelösten Schwemmstoffe, es sollen weiter chemische Umsetzungen mit Bestandteilen der Ackerkrume verbessernd auf die Jauchen einwirken und endlich erwarten wir, dass die Milliarden mitgerissener in den faulenden Jauchen sich in ungemessener Zahl vermehrenden Mikroben das eigentliche Reinigungswerk vollenden, während die auf den Feldern wachsenden Pflanzen sich das gebotene Uebermaass von Nährstoffen anzueignen haben. Es erscheint hiernach von vornherein verständlich, dass nicht jeder Boden für Rieselzwecke geeignet ist, dass hierzu leicht durchlässige Böden erforderlich sind.

Wo die Lage- und Untergrundverhältnisse nicht besonders geartet, wird aber einem reichlichen Ueberfluten mit Rieselwasser sehr bald eine Ausfüllung der Poren des Erdreichs folgen, welche dem Boden eine weitere Wasseraufnahme unmöglich macht. Wir müssen also durch die Drainage der Rieselländereien für eine ausreichende und erhöhte Wasseraufnahmefähigkeit sorgen. zur Abführung der durch das Rieselfeld gegangenen Wassermassen.

Wir würden uns aber wesentlich nur die filtrierenden Wirkungen des Rieselfeldes nutzbar machen können, wollten wir das drainierte Filter, welches das Rieselfeld für uns darstellt, ständig in Betrieb erhalten. Die chemischen und biologischen Prozesse. welche wir innerhalb der Ackerkrume vollzogen wünschen, verlangen unbedingt die Anwesenheit von Sauerstoff. Es muss deshalb neben der Drainage, welche diese Durchlüftung befördert, auch dafür gesorgt werden, dass das Rieseln mit Unterbrechungen erfolgt, während welcher nach dem Abziehen der Flüssigkeit die nachfolgende Luft Gelegenheit findet, die erforderlichen Oxydationsprozesse einzugehen, und andererseits auch die Mikroben wieder mit Sauerstoff zu versorgen und zu reger Lebensthätigkeit fähig zu machen.

Nur wenige Felder sind — von der Drainage abgesehen — ohne Weiteres als Rieselfelder brauchbar: sie müssen meistens hierzu durch oft recht umfangreiche Erdbewegungen hergerichtet, aptiert werden, aber diese Aptierung ist wiederum abhängig davon, in welcher Weise wir rieseln und für welche landwirtschaftlichen Pflanzungen wir die Felder benutzen wollen.

Unter Rieseln versteht der Hydrotechniker ein Ueberfliessen des in Gräben herangeführten Wassers in dünner Schicht über das zu berieselnde Feld. Die Oberflächengestaltung des Rieselfeldes muss also sehr sorgfältig durchgeführt werden. soll ein gleichmässiges Ueberfluten erreicht werden. Die einzelnen Rieselflächen müssen naturgemäss eine entsprechende Neigung erhalten. um das Ueberlaufen nicht nur zu ermöglichen, sondern auch dem Zulauf entsprechend zu unterhalten.

Früher nahm man an, dass dies einfache Rieseln. d. h. das Ueberfliessen des Wassers z. B. über eine Wiesenfläche allein ausreiche zu genügender Reinigung. Man überschätzte dabei die Wirkungen des als schwach geneigtes breites Horizontalfilter gedachten Pflanzenwuchses. Spüljauchen werden durch einfaches Ueberfliessen bei Weitem nicht ausreichend gereinigt, lediglich die Drainwässer können wir als Endergebnisse der Rieselreinigung anerkennen —.

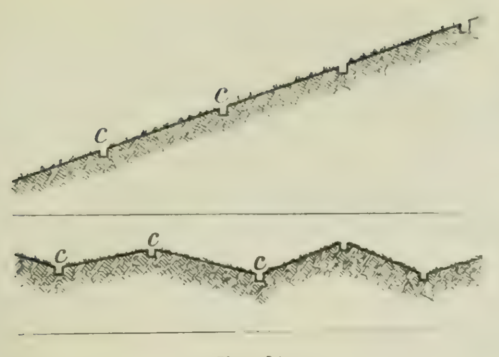


Fig. 61.
Wiesenhangbau. — Wiesenbeetbau

Man unterscheidet unter Anpassung an die natürliche Oberflächengestaltung den Wiesenhangbau und den Wiesenbeetbau. wie solchen nebenstehende Fig. 61 wohl ohne Weiteres verständlich macht.

Eine andere Form der Oberflächengestaltung stellt der Terassenbau Fig. 62 dar, wie ein solcher unter Anpassung an die gegebene Bodengestaltung sehr häufig ausgeführt werden muss.

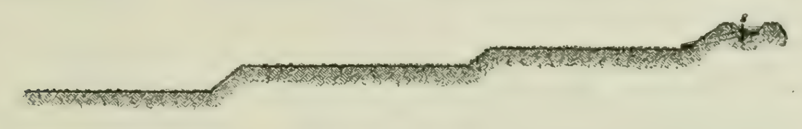


Fig. 62.
Terassenbau.

Gerade die Spüljauchen-Rieseltechnik und besonders der Umstand, dass unter unseren Breiten ein Rieseln unter gleichzeitiger Inanspruchnahme der Reinigungsthätigkeit der wachsenden Feldpflanze nur im Sommer möglich ist, während wir auch im Winter unser Kanalwasser aus den Städten entlassen müssen, hat zu der sogenannten Stauberieselung geführt, welche eigentlich kein Rieseln mehr darstellt, sondern ein Magazinieren des Wassers bis zu etwaiger Verwendungsmöglichkeit mit der ausgesprochenen Absicht, eine möglichst weitgehende Versickerung in den Untergrund bezw. zu den Drainagesträngen zu erreichen.

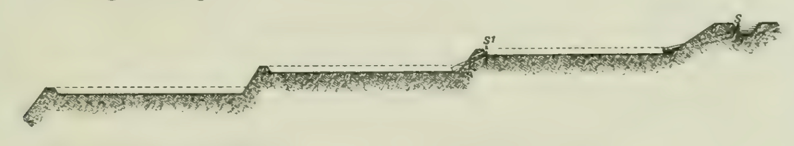


Fig. 63.
Terassenbau für Stauberieselung.

Die Stauberieselung in ihrer einfachsten Form stellt ein horizontales oder nur schwach geneigtes Feld oder Wiesenstück dar, welches durch einen dasselbe umgebenden Damm in ein Bassin, in einen Teich verwandelt, mit dem zu reinigenden Wasser angefüllt wird und dieses dann dem Versickern anheimgiebt. Wir können diese Form auch als ein undichtes Klärbecken bezeichnen, vorausgesetzt, dass dasselbe nur die Filterwirkung des Bodens in Anspruch nehmen soll; wollen wir eine Reinigung unter Mithülfe der Bodenbakterien und der Bodenluft, so ist es erforderlich, das Becken zu drainieren und nur zeitweilig zu benutzen.

Auf den Rieselgütern kanalisierter Städte haben wir es bei solchen Staubassins wohl immer mit festen Einrichtungen auf kanalisierten Feldern zu thun, aber die Terrainverhältnisse bieten nicht immer genügend grosse Flächen in derselben Ebene.

Wir müssen in diesen Fällen auch bei der einfachen Stauberieselung zum Terassenbau übergehen, welcher dann sich darstellt wie Fig. 63 zeigt.

Manche Feldfrüchte vertragen ein zeitweiliges Ueberstauen, ja selbst ein Ueberrieseln nicht: sie sollen nur „wurzelfeucht" werden, weshalb man derartige Felder in schmale Beete legt, getrennt durch verhältnismässig tiefe Zuführungsgräben für das Rieselwasser. In diesem Falle zeigt dann das Rieselfeld beim Terrassenbau ein Bild, wie es Fig. 64 darstellt.



Fig. 64.
Terassenbau für Hackfrüchte.

Bei der Städtereinigung fliessen die Kanalwässer in oft meilenlangen Leitungen den Rieselwiesen zu. Auf diesem Wege setzen Fäulnisprozesse ein, welche den biologischen Vorgängen auf den Rieselfeldern vorangehend, sowohl ungemessene Mikrobenmengen für Fortgang und Unterhaltung des Reinigungsprozesses in den Erdschichten liefern, als auch manche Bestandteile der Kanalwässer, bereits durch diese Vorprozesse gespalten, den Rieselflächen zuführen, so dass der völlige Mineralisierungsprozess beim Durchgang durch die Bodenschichten dank dieser Vorarbeiten wesentlich leichtere Arbeit findet und diese so rasch vollführen kann, als dies nach Lage der Verhältnisse notwendig erscheint.

Anders bei manchen Industrien, welche der Rieselfelder zur Reinigung ihrer Abwässer ebenfalls bedürfen, diese aber so nahe bei den Fabriken erreichen, dass nennenswerte Vorarbeiten innerhalb der offenen Zuleitungskanäle sich nicht abspielen, wie bei den Zucker- und Stärkefabriken. Hier werden wir entweder sehr ausgedehnte Rieselfelder verlangen müssen, um den Rieselprozess thunlichst zu verlangsamen, zur Steigerung seiner Wirksamkeit, natürlich unter Mithülfe der jedenfalls als vorhanden anzunehmenden Drainage oder wir werden ihn durch intensivste Drainage auf verhältnissmäsig kleinem Raum, wenn ausgedehnte Rieselfelder nicht zur Verfügung zu stellen sind, auszuführen haben.

Bei den landwirtschaftlichen Gewerben, deren Betriebszeit in die vegetationslose Zeit fällt, müssen wir auf die Mithülfe der lebenden landwirtschaftlichen Flora verzichten, und wo das nicht geschieht, ist der Erfolg des Rieselns besonders auf weniger geeigneten Böden meist ein sehr geringer. Sogar die Filterwirkung der Rieselwiesen versagt nach den Erfahrungen des Verfassers bis zu sehr erheblichem Grade. Begreiflicherweise, denn in trockenen Sommern reisst das Erdreich, Maulwürfe, Feldmäuse, Engerlinge, Maulwurfsgrillen und anderes Getier baut seine Gänge, durch welche das Abwasser sehr bequem zu den Stossfugen der Drainagen gelangt und dann natürlich der guten Dienste nicht teilhaftig wird, welche das Rieseln bringen soll. In diesem Falle ist ein Rieseln in die rauhe Furche, wie Verfasser des Oefteren zu beobachten Gelegenheit hatte, sehr zu empfehlen, als wirksames Schutzmittel gegen die berührten Mängel. Auch die Oxydation mitgerissener Sinkstoffe vollzieht sich in diesen rauhen Oberflächen, welche natürlich nicht ständig in Anspruch genommen

werden dürfen, sondern nach der Arbeit einiger Tage ausruhen müssen, behufs frischer Durchlüftung, mit bestem Erfolge. Etwa eintretender Frost ist dabei nützlich wegen der durch ihn unterstützten neuen Oberflächen-Gestaltung des Rieselfeldes bei jeder frischen Berieselung. Bei Kunstbauten sind hier allzukleine Parzellen zu vermeiden, um die Arbeit des Pflügens und die Erntearbeiten zu erleichtern.

Klär- und Rieselanlagen mit Drainage nach G. Abel.

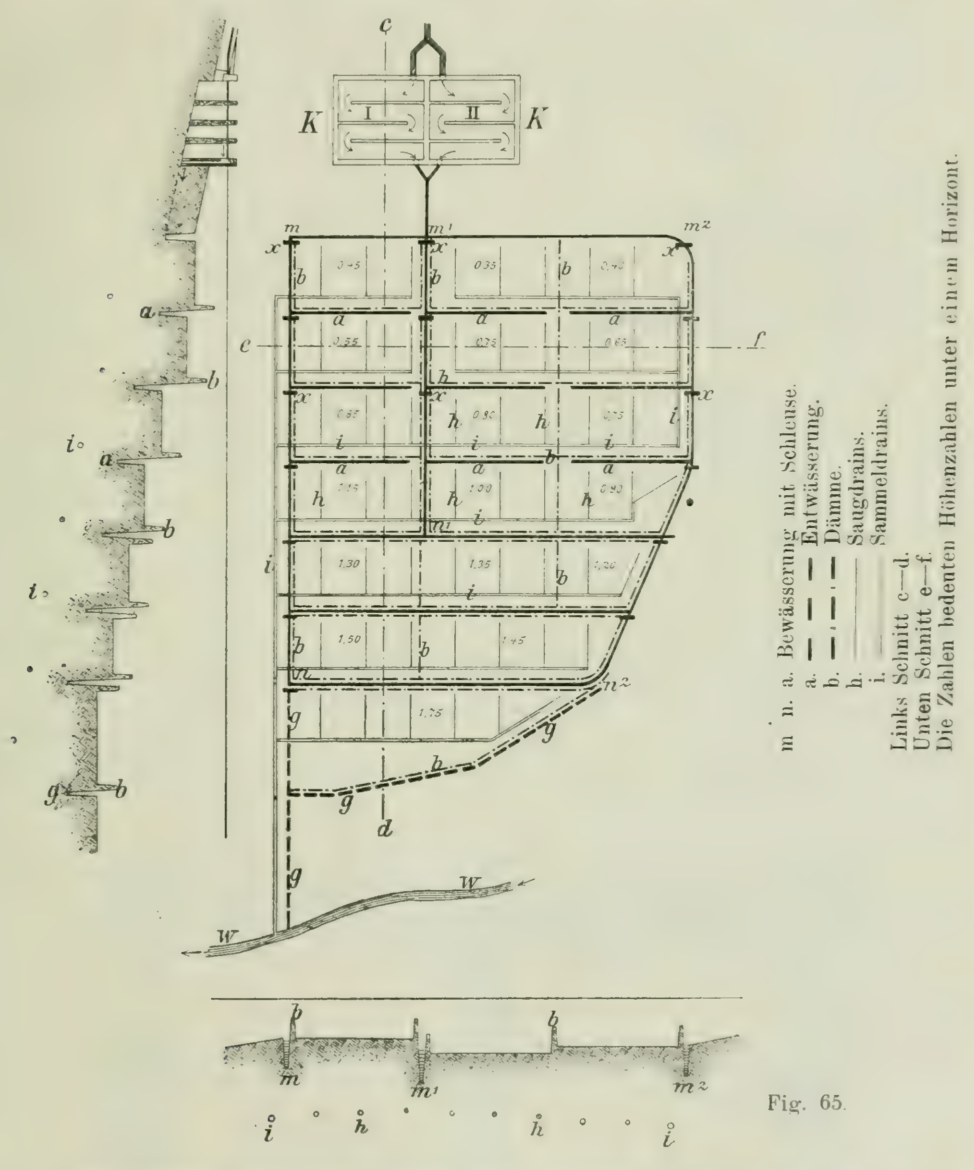


Fig. 65.

Das Abwasser durchfliesst zunächst die Klärteiche K I und II, welche behufs Entleerung wechselweise benutzt werden können, setzt dort, eventuell durch chemische Reinigung unterstützt, den grössten Teil seiner Sinkstoffe ab und gelangt dann auf das in 18 Abteilungen zerlegte Rieselfeld mit 1,4 m Längengefälle. Die einzelnen terassenförmigen Abteilungen haben sehr geringes Gefälle und sind von 0,1 m hohen Dämmen eingefasst.

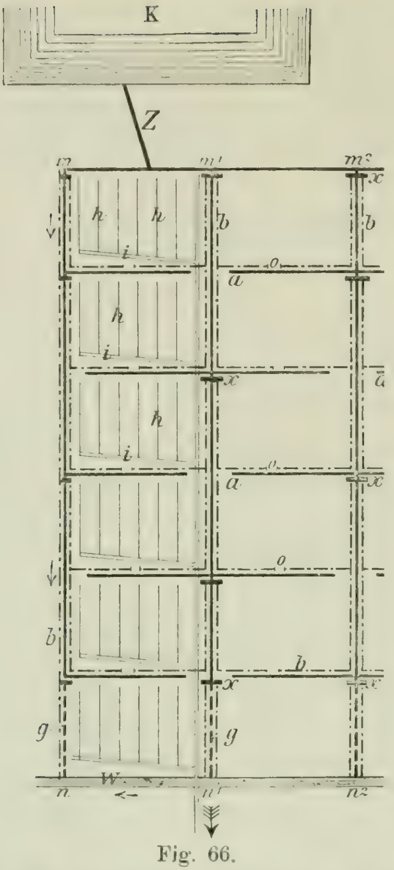


Fig. 66.

Je grösser das Gefälle des Terrains, um so häufiger müssen wir die einzelnen Abteilungen, will man grössere kostspielige Aptierungsarbeiten ersparen, durch kleine 0,06 m hohe Zwischendämme teilen, um durch möglichste Anpassung an das Gelände zu einer brauchbaren Stauanlage zu gelangen. Das Wasser wird durch die 3 Hauptzuleitungsgräben m n den Seitengräben a a zugeführt.

Die eben beschriebene von Oekonomierat G. Abel entworfene und in demselben Prinzip mehrfach ausgeführte Klär- und Rieselanlage, Figur 65, dürfte namentlich auch wegen Anpassung an das gegebene Gelände von Interesse sein.

Bei der Wichtigkeit der Drainage für die Reinigungstechnik bringen wir nebenstehend noch ein Stück einer Anlage von G. Abel, welche die Lage der Drainagestränge, der Saug- und Sammeldrains bestens erkennen lässt. (Vergl. die Erklärungen der Fig. 65.)

Manchen dieser Fabriken stehen indes völlig ordnungsgemässe Kunstbauten nicht zu Verfügung. Haben wir es mit geeigneten Untergrundverhältnissen zu thun, oder sind wenigstens drainierte Feldflächen vorhanden, so dürfte das Georg H. Gersonsche Verfahren weitere kostspielige Aptierungen überflüssig machen und dabei doch den erwünschten Reinigungseffekt gewähren.

Gerson pflügt mit breitem Pfluge über Kreuz Dämme wie Fig. 67 und 68 im Grundriss und Querschnitt zeigen und teilt dadurch das Feld, welches natürlich starke Neigung nicht haben darf, in je nach Bedürfnis grössere oder kleinere Bassins.

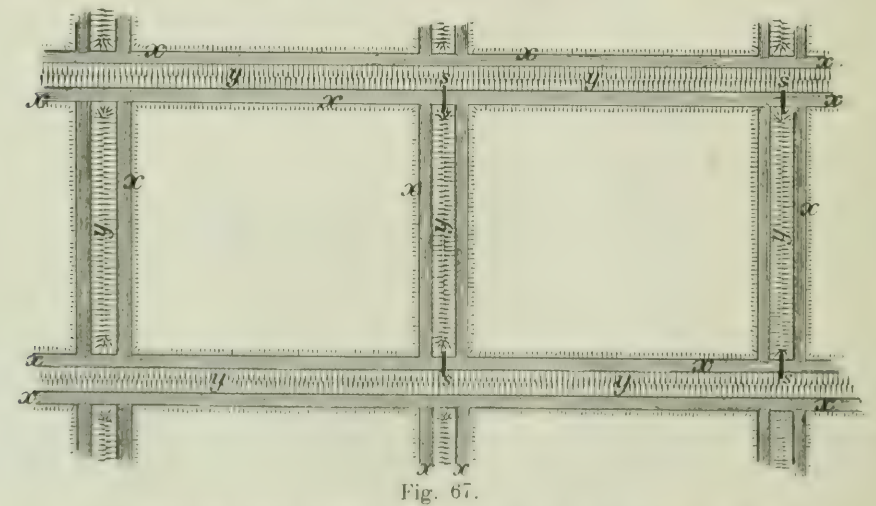


Fig. 67.

Grundriss der durch Aufpflügen von Dämmen hergestellten Bassins.
y y Dämme. x x Furchen. s s eiserne Stechschützen.

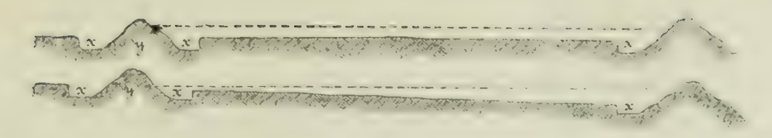


Fig. 68.
Querschnitt eines Bassins.
y y Dämme, x x Furchen.

Legen wir nun noch das Mittelfeld der Bassins mit flachergehendem Pfluge in rauhe Furchen, wie die untenstehende Fig. 70 lehrt, so sind derartige Anlagen zur Aufnahme und Reinigung selbst grosser Abwassermassen durchaus geeignet.

Wo indes solche Felder fehlen, auch die Möglichkeit der Beschaffung ausreichender Rieselfelder nicht vorliegt, da kann wiederum ein Vorschlag Georg H. Gersons sehr gute Dienste leisten, welcher das verhältnismässig kleine Rieselfeld durch eine sehr dichte Drainage leistungsfähiger gestaltet. Die nachstehende Fig. 69 dürfte das ohne Weiteres verständlich machen.

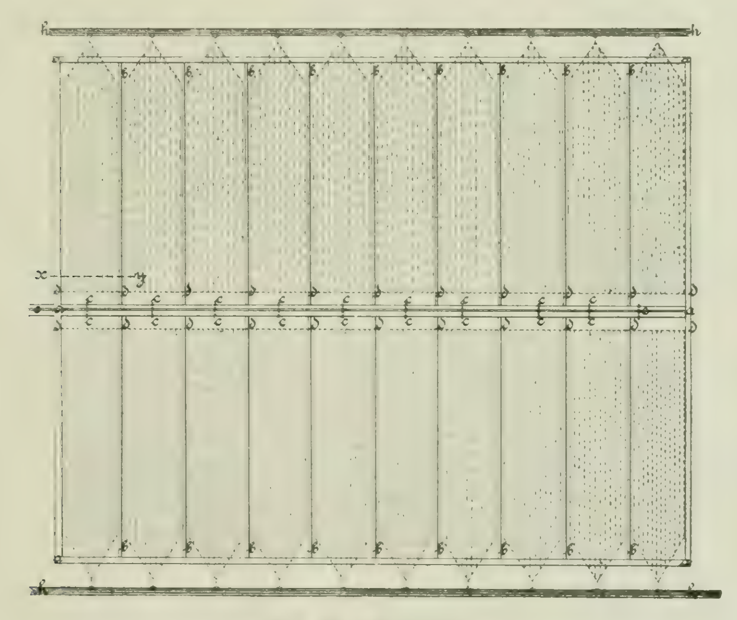


Fig. 69. Grundriss.

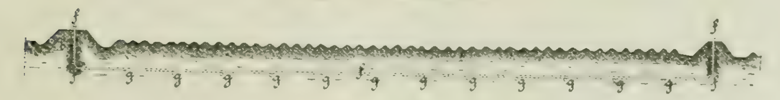


Fig. 70
Querschnitt des ersten Bassins bei x—y.

Anlage für Reinigung eines möglichst grossen Quantums Abwasser auf möglichst kleiner Fläche.

h h Abflussgräben, a a Umfassungsdämme, e e Zuflussrohr aus Gusseisen, b b Querdämme, c c Hydranten, f f Luftschächte.

Die Anlage erscheint auch besonders berufen einem Vorschlage **Gersons** zu entsprechen, welcher die Kanaljauchen mit Hülfe einer Schlauchberieselung den Nachbarn der Rieselfelder, falls die Abgabe solchen Wassers geeignet erscheint, zugänglich machen will. Zu dem Ende müssen an den Grenzen der aptierten Gemeinde-Rieselfelder Hydranten vorhanden sein, an welche dann durch einfache Schlauchkuppelungen die Schläuche angesetzt werden zum Zwecke der Besprengung der benachbarten Privatfelder. Es leuchtet ein, dass auch zur geeigneter Zeit, die einfache in Figur 67 dargestellte, durch Pflügen erreichbare Gestaltung des Nachbarfeldes Verwendung finden kann zur landwirtschaftlichen Ausnutzung von Kanaljauchen.

Die Industrien der landwirtschaftlichen Gewerbe helfen sich unter Umständen, wie Verfasser gesehen, durch Hinaufdrücken ihrer Abwässer auf geneigte Gelände und entlassen dort entweder durch Vermittelung von Schläuchen oder durch einfachste mit dem Pfluge gezogene Gräben das Abwasser unter Benutzung seiner Nährstoffe zur Düngung der betreffenden Aecker. Gestatten die Terrainverhältnisse die Anlage einer zweiten derartigen Abwasser-Abgabestation, so lassen sich auf diesem Wege selbst grosse Abwassermengen nutzbringend verwerten und durch Versickern in den Untergrund unschädlich machen.

Auf die näheren landwirtschaftlichen Verhältnisse und den Wert des Rieselns für diese im Allgemeinen wie für die einzelnen Feldfrüchte im Besonderen hier des Näheren einzugehen, müssen wir uns versagen.

Noch wäre dagegen hier zu erwähnen, dass es beim Rieseln sogar vorkommen kann, dass nicht nur der Ertrag der Rieselgelände keine Rolle spielt, sondern dass sogar jede wirtschaftliche Nutzung ausgeschlossen wird. wenn wir nämlich dasselbe heranziehen z. B. zur Entfernung etwaiger letzter Chlorreste oder dergl., d. h. wenn wir eine Ueberflutung von Bodenflächen im Sinne der Reinigungstechnik lediglich dazu benutzen, freiwillige Entgasungen, Oxydationen oder ähnliche Vorgänge an der Luft sich abspielen zu lassen, nebenbei unter Benutzung der filtrierenden Wirkung der Ackerkrume. In diesem Falle kann von einer wirtschaftlichen Benutzung des Feldes keine Rede sein, ja eine solche sogar auf Jahre hinaus durch Ablagerung pflanzenschädlicher Stoffe auf dem betreffenden Feldstück ausgeschlossen werden. Dieses Rieseln scheidet dann aber natürlich als biologisches Verfahren aus.

Die Selbstreinigung der Gewässer. Man versteht hierunter den Vorgang einer Verminderung der Bestandteile, welche ein verunreinigtes Wasser mit sich führt, so zwar, dass nach mehr oder weniger langem Lauf, nach einer längeren oder kürzeren Zeitdauer die verunreinigenden Bestandteile so erheblich abgenommen haben, dass die Zusammensetzung des Wassers sehr nahe mit derjenigen übereinstimmt, welche das Wasser vor dem Zutritt der Verunreinigung zeigte oder sogar das Wasser oberhalb an Reinheit übertrifft. Sowohl suspendierte wie gelöste unorganische Bestandteile*) wie unlösliche und lösliche organische Verbindungen erliegen der Selbstreinigung.

*) Mit Ausnahme etwa der Meerwasserbestandteile.

Die Vorgänge machen nicht selten einen geradezu verblüffenden Eindruck.

Von vorn herein möchten wir die Verdünnung ausscheiden. Dieselbe kann an sich nicht als ein Faktor der Selbstreinigung angesehen werden, wie das wohl moderne Hygieniker*) thun. Die Verdünnung bewirkt nur eine Verminderung der prozentigen Verunreinigung, niemals aber kann sie direkt als Reinigung aufgefasst werden.

Wenn wir ein verunreinigtes Wasser auch noch so stark verdünnen, sagen wir soweit, dass darin mit unseren immerhin plumpen chemischen Methoden die in dem Schmutzwasser enthaltenen Stoffe kaum noch nachgewiesen werden können, so ist dadurch das Wasser eben doch nicht gereinigt worden; die Verdünnung täuscht uns nur über seine wirkliche Beschaffenheit hinweg.

Damit soll natürlich der Nutzen, ja die Notwendigkeit der Verdünnung zur Einleitung der eigentlichen Vorgänge der Selbstreinigung keineswegs in Abrede gestellt werden.

Im Gegenteil, in diesem Sinne ist uns die Verdünnung unbedingt erforderlich, wenn auch unter Umständen ein Vorprozess im unverdünnten Zustande der Selbstreinigung nützlich werden kann, nützlicher, als wenn wir seine biologischen Vorgänge ausschliesslich in dem stark verdünnten Wasser vor sich gehen lassen, wie wir weiter unten sehen werden beziehungsweise wie das aus der Besprechung über das Faulverfahren — S. 206 — schon wahrscheinlich wird.

Die Lehre von der Selbstreinigung ist eine Errungenschaft, welche in ihren ersten wissenschaftlich begründeten Anklängen nur ein Menschenalter zurückreicht und wohl zuerst von dem Engländer Letheby 1869 ausgesprochen, aber von der u. A. zu ihrer Prüfung eingesetzten zweiten Rivers Pollution Commission nicht anerkannt wurde.

Wenn sich auch später (1880) Tidy, früher Assistent Letheby's, zu dessen Lehre bekannte, so hatten doch inzwischen Alex. Müller, M. von Pettenkofer und Franz Hulwa so unanfechtbare, die Erkenntnis vom Wesen der biologischen Selbstreinigung fördernde wissenschaftliche Beiträge geliefert, dass wir auch im Hinblick auf die späteren wichtigen Untersuchungen von H. Buchner, L. Eisenlohr, G. Frank, L. Lauterborn, L. Pfeiffer, W. Prausnitz, H. Schenk, B. Schorler, E. Salkowsky, A. Wernich und Anderen mindestens einen sehr erheblichen Anteil an der Aufhellung der rätselhaften Fragen als unseres Volkes geistige Arbeit in Anspruch nehmen können.

Die Selbstreinigung umfasst eine Fülle einzelner Vorgänge, welche in ihrem eigenartigen Zusammenwirken den Gesammterfolg hervorrufen, den wir unter ihrem Namen verstehen. Haben wir bei dem Rieseln bereits gesehen, dass es sich dort nicht lediglich um mikrobiologische Prozesse handelte, sondern dass wir die Mithülfe höherer Pflanzen, die Filterwirkung der Erdschichten hinzukommen sahen neben chemischen Erscheinungen und

---

*) z. B. Th. Weyl.

Wechselwirkungen, so tritt bei der Selbstreinigung als neuer Faktor unter Fortfall des Filters vorab die natürliche Sedimentierung in die Erscheinung und weiter die Mitwirkung tierischer Lebensfunktionen.

Von den für die Selbstreinigung wichtigen Faktoren hätten wir in erster Linie der Sedimentierung zu gedenken, wie sie sich in den natürlichen Wasserläufen, unterstützt durch die wechselnde Strömung der Gewässer, in stilleren Buchten abspielt. Wir erblicken in ihr einen der wichtigsten Faktoren der eigentlichen Selbstreinigung.*) Wohl kann es unter gewissen Verhältnissen vorkommen, dass das Absetzen nur ein zeitweiliges bleibt, indem z. B. Hochwasser infolge von Regengüssen die sedimentirten Reste wieder ins Fliessen bringt. Das ist aber doch nur als vorübergehende Erscheinung aufzufassen; weiter stromabwärts setzen sich die Sedimente von Neuem ab. Thatsächlich wird das Wasser, welches die Bestandteile der Sedimente mitbrachte, absolut reiner über die abgeschiedenen Massen weggeführt. Wir haben es also mit einer wahren Reinigung zu thun.

Ausser dem rein mechanischen Absetzen vorhandener Sinkstoffe kommt als Begleiterscheinung hier eine natürliche chemische Reinigung mit in Betracht: eine Sedimentbildung unter Mithilfe der im Wasser vorhandenen und der etwa aus der Luft in das Wasser gelangenden Gase. Gerade die hierbei sich abspielenden Wechselwirkungen dürfen wir in hohem Grade als für die Selbstreinigung förderlich in Anspruch nehmen.

Wohl verwirrt die Möglichkeit der Einwirkung wechselnder Wassertemperatur scheinbar die Klarheit unseres Bildes, aber andrerseits muss gerade der Temperaturwechsel unserer Breiten besonders bei der Sedimentierung günstig mithelfen. Bei niedrigen Wassertemperaturen sinkt gemeinhin die Löslichkeit. Unsere schwerer löslichen normalen Wasserbestandteile werden also, gelegentlich an die Grenze ihrer Löslichkeit gelangt, bei der Sedimentierung mithelfen, während ein Wiederauflösen abgeschiedener Anteile kaum anzunehmen wäre. Andrerseits dürfen wir erwarten, unter dem Einfluss der Kohlensäure der Luft bei niederer Temperatur Bikarbonatbildungen eintreten zu sehen, welche unter der Wirkung höherer Temperaturen wieder zum Zerfall führen können unter Abspaltungen unlöslicher Anteile. In demselben Sinne können sich unter dem Einfluss der Temperatur Reduktions- und Oxydationsvorgänge gestalten, gelegentlich mit dem Erfolg stattfindender Sedimentierung. Endlich aber werden unter dem Einfluss des Lichtes die färbenden, gelösten Humussubstanzen unlöslich und dadurch absatzbereit.

Die Vorstellung einer Beeinflussung durch den rein mechanischen Stoss innerhalb des fluthenden Wassers ist im Allgemeinen nicht ganz leicht zu gewinnen. Wir Chemiker wissen aber aus der Laboratoriumspraxis beim

---

*) Ich bedauere, hier wiederum in einem Gegensatz zu Th. Weyls Auffassung zu stehen, welcher die Sedimentierung nur als „uneigentliche Selbstreinigung“ gelten lassen will. Die Entfernung namentlich der organischen Substanzen ist doch wohl die Hauptsache und manches Süsswasserkohlenflötz zeigt uns dünnste Kohlenschichten als zweifellose Beweise vorweltlicher Selbstreinigung von organischen abgestorbenen Resten. Eine dauerhaftere Wirkung kann es wohl kaum geben.

Filtrieren, dass wir durch die infolge des Kochens und Rührens hervorgerufene Bewegung und einem darauf folgenden zeitweiligen Ruhezustand zu einem Zusammenballen absichtlich hervorgerufener Sedimentirungen gelangen können. Die Flüssigkeit ging vorher trüb durchs Filter, nach dem Zusammenballen giebts eine klare Filtration. Warum sollten wir bei der Selbstreinigung nicht an gleichlaufende Vorgänge denken dürfen?

Es erscheint gerade aus diesen Erwägungen begreiflich, dass wir von der mechanischen Selbstreinigung eine gewisse Weglänge verlangt sehen zur Ausgestaltung ihrer Einzelvorgänge bis zum Eintritt der gewünschten Schlusserscheinung einer thatsächlich erfolgten Reinigung.

Wir haben aber die Selbstreinigung eingereiht unter die biologischen Reinigungsverfahren und damit der Ansicht Ausdruck geben wollen, dass wir den biologischen Vorgängen den Vorrang zugestehen gegenüber den rein mechanischen Wirkungen einschliesslich der chemischen. Die Kleinlebewelt hat nach unserer Auffassung einen ganz hervorragenden Antheil an den Erscheinungen, welche uns bei der Anwesenheit organisierter und organischer Reste entgegentritt.

Die Hygieniker, welche die Entfernung pathogener Keime aus dem Wasser wünschen, legen dem Vorgange der Sedimentierung der Bakterien eine wie uns scheinen will allzugrosse Bedeutung bei. Mögen sie doch die pathogenen Bakterien vor ihrem Eintritt in die Gewässer töten, das ist ihr Recht und bis zu einem gewissen Grade ihre Pflicht. Ob sich aber die unschädlichen Wasser- und Luftbakterien durch Sedimentierung abscheiden, ist wohl ziemlich gleichgültig, vorausgesetzt, dass sie nur am Leben bleiben, denn auch sedimentiert können sie ihre reinigenden d. h. verzehrend auf die organische Substanz eingreifenden Wirkungen noch ausüben, also an der Selbstreinigung noch teilnehmen und darauf kommt's eben an.

Die Vorstellung, dass in heftig fliessendem Wasser die Kleinlebewelt ihre Lebensfunktionen ungestört ausüben kann, ist nicht ganz einfach, aber wir selbst befinden uns doch auf einem in rasendster Bewegung dahin eilenden Weltkörper und merken von der Bewegung recht wenig. Jedenfalls stört sie uns nicht in unserem Behagen. Müssen wir denn annehmen, dass jedes Wasseratom fliessenden Wassers sich in Bewegung befindet? Können nicht unter dem Einfluss verschiedenen Druckes und vielleicht auch verschiedener Temperatur und verschiedener Konzentration gewisse, wenn auch nur zeitweilige Ruhezustände innerhalb gewisser Anteile des fliessenden Wassers gedacht werden, zeitlich lang genug, um auch den Bakterien ein behagliches Gedeihen in ausreichender Ruhe zu gewährleisten?

Fischereilich erscheint die nichtpathogene Mikroflora für uns von der grössten Bedeutung, insofern wir in ihr den Ausgangspunkt für unsere Nährfauna erblicken müssen, wie wir weiter unten noch sehen werden. Wohl erweckt die Verdünnung den Eindruck stattgefundener Reinigung, aber andererseits wissen wir aus dem Studium der Lebensbedingungen verschiedener Kleinlebewesen, dass das Optimum ihrer Entwickelung keineswegs im Zustande äusserster Verdünnung ihrer Nährstoffe zu suchen ist Im Gegentheil. Hieraus aber erwächst die Möglichkeit eines menschlichen

Eingriffs in die biologischen Erscheinungen der Selbstreinigung, insofern wir ihre absoluten wie relativen Wirkungen in die Hand bekommen können durch Einleitung biologischer Vorgänge in den konzentrierteren Anteilen der schliesslich zur Verunreinigung führenden Abwässer. Damit wird die Selbstreinigung zu einem ausbaubaren biologischen Verfahren und in diesem Sinne gerade haben wir geglaubt, sie als „Verfahren“ einreihen zu dürfen.

Noch haben wir's dabei mit einer grossen Reihe von „Unbekannten“ zu thun, aber die verwickelten ineinandergreifenden Vorgänge völlig zu erklären, dazu reichte eben die kurze Zeit unserer Bekanntschaft mit dieser in ihren Erfolgen gewaltigen Erscheinung nicht aus. Wohl wissen wir, dass gewisse Bakterien unter dem Einfluss des Lichtes bis zur Vernichtung leiden können, aber andererseits auf Licht folgt Finsternis auf Erden und unter dem Schatten der Nacht werden sich bei dem allgemein ungeheueren Vermehrungsvermögen der Bakterien die unter der Wirkung der Belichtung dahingegangenen Verzehrer organischer Substanz reichlich wieder zu ersetzen vermögen, d. h. natürlich nicht die eingegangenen empfindlichen, vielleicht mehr oder weniger pathogenen Arten, sondern andere aus der grossen Zahl der Luft- und Wasserbakterien werden an ihre Stelle treten und ihrerseits aufzehren, was es aufzuzehren giebt.

Neben den Bakterien kommen saprophytische Algen und Pilze in Betracht, von denen wir wissen, dass sie als Nährstoffe die Bestandteile zerfallener Eiweisskörper, z. B. Tyrosin, Leucin, Glykokoll, Kreatin und Harnstoff direkt aufzunehmen vermögen, sowie endlich die niedere Fauna in Gestalt von Bakterien- und Schlammfressern. Da wir aber diese Kleinfauna direkt als Nährfauna unserer Fische ansprechen können, bezw. als Nährtiere der Kleinkrebse, d. h. eines der wichtigsten Bestandteile der fischereilichen Nährfauna, so dürfen wir den Fisch als direkten Faktor der Selbstreinigung nicht ausschliessen bezw. wir können weitergehend auch die Fischfresser unter unseren Säugetieren und Vögeln einschliessen und damit hinaufsteigen bis zum Menschen als ebenfalls beteiligt an dem komplizirten Selbstreinigungsprozess.

Die Hygieniker sind zur Zeit darüber noch nicht einig, ob sie den Bakterien oder den Algen einen stärkeren Einfluss auf die biologische Selbstreinigung einräumen sollen. Für uns hat dieser Streit keine Bedeutung, wir nehmen Beide in Anspruch, denn Beide sind in unserem Sinne Zehrer und Nährstoffe, einschliesslich der grünen (chlorophyllführenden) Algen, welche auch noch für den nötigen Sauerstoff sorgen bezw. für die Spaltung der im Wasser gelösten Kohlensäure, deren Kohlenstoff von den Algen assimiliert wird.

Endlich dürfen wir der höheren Wasserflora nicht vergessen, auch sie trägt ohne unser Zuthun dazu bei, verunreinigten Gewässern Nährstoffe zu entziehen, sei es, dass dieselben direkt vorhanden waren oder erst unter den Einflüssen der Mikroflora für jene aufnahmefähig wurden, jedenfalls helfen sie bei der Reinigung.

Aus dem Vorstehenden wird erklärlich, dass das Bakterium — oder

Algen und Pilze beziehungsweise schlammfressende niedere Tiere — denen der Beginn der biologischen Selbstreinigung zufällt, in unserem Sinne eine ganz besondere Bedeutung verdienen.

Bakterien, Algen und Pilze haben bekanntlich ein ganz hervorragend grosses Vermehrungsvermögen, sofern sie die für ihre Entwickelung erforderliche Nahrung reichlich vorfinden, aber auch das Vermehrungsvermögen der Kleinfauna ist ein ausserordentlich hohes unter denselben Bedingungen. Wollen wir also fischereilich einen hervorragenden Gehalt der Gewässer an Nährfauna, so dürfen wir auch einen hohen Bakteriengehalt nicht ablehnen. Diese hohen Gehalte an Nährfauna müssen wir aber fischereilich wünschen, denn auch die Fische gehören zu den Tieren, deren Wachstum ganz ausserordentlich von der Menge der verfügbaren Nahrung abhängt. Hier kommen wir zu einem Gegensatz zur Hygiene, dessen wir später noch eingehend gedenken müssen.

Die Arbeit der Kleinlebewesen können wir in eigenartigen Reihen uns zur Vorstellung bringen, von der beobachteten Thatsache ausgehend, dass die mikroskopische Kleinfauna in gewissen untersten Gliedern derselben aufgefasst werden muss als Bakterienfresser, Algenfresser und Schlammfresser.

Damit kämen wir etwa zu nachstehenden Reihen, von denen jedes vorangehende Glied die Nahrung des folgenden darstellt: — Vergl. die Abbildungen auf Seite 41, 42 und 49. —

A. 1. Bakterien,
   2. Bakterienfressende Protozoen wie Rhizopoden, Flagellaten und Infusorien in zahlreichen Arten,
   3. Höhere Tiere, wie Insektenlarven, Würmer, Krustazeen etc.,
   4. Fische.

B. 1. Bakterien,
   2. Bakterien- und schlammfressende Tiere, wie Muscheln, Schnecken, Würmer, Bryozoen etc.,
   3. Fische.

C. 1. Saprophytische Algen und Pilze, grüne Algen,
   2. Rhizopoden, Flagellaten, Infusorien, Krustazeen, Würmer, Insektenlarven etc.,
   3. Fische.

D. 1. Schlammfressende niedere Tiere, wie Rhizopoden, Flagellaten, Infusorien etc.,
   2. Fische.

E. 1. Schlammfressende Fische,
   2. Fische (Raubfische).

Natürlich sind diese Reihen nicht als feststehend aufzufassen. Je nach den besonderen Bedingungen, welche Ruhe oder Bewegung des Wassers, Temperatur und andere Umstände bedingen, unter denen wieder das Fehlen oder Ueberwiegen dieses oder jenes Nährstoffes eine besondere Rolle spielt, werden wir sie in einander übergehen und sich durchkreuzen sehen.

Sind die Verhältnisse geeignet, das Ueberwuchern eines Zwischengliedes zu befördern bei fehlendem oder zur Vertilgung nicht ausreichend vorhandenem Folgegliede, so werden wir in diesem Ueberwuchern eben den sichtbaren aber unvollständigen Abschluss der Reihe zu erblicken haben.

Als Beispiel hierfür gedenken wir des massenhaften Auftretens saprophytischer Algen und Pilze, unter dem Einfluss gewisser Abwässer wie z. B. Sphärotilus natans, Leptomitus lacteus, gewisser Oscillatorien und Schleimalgen etc., sowie des plötzlichen Auftretens, fast möchten wir sagen Vorhandenseins ungeheuerer Mengen grüner Algen etc. (Wasserblüte).

Das wären unabgeschlossene Reihen biologischer Selbstreinigung, welche insofern gewisse Gefahren bieten, als ihnen die ausreichenden normalen Verzehrer fehlen und ihre abgestorbenen Massen deshalb gewissermaassen wieder in den Selbstreinigungsprozess zurückversetzt werden und zwar an dessen Anfangs- und Ausgangspunkt.

Es gehört ferner hierher die als Periodizität der Mikrofauna bezw. -Flora bekannte Erscheinung, welche uns unter vielfach nur sehr mangelhaft erkannten Bedingungen ein plötzliches ungemessenes Auftreten dieser oder jener Art zeigt, um vielleicht ebenso plötzlich und massenhaft von einer anderen Art abgelöst zu werden.

Diese gewissermaassen sprunghaften Erscheinungen sind als normale biologische Vorgänge der Selbstreinigung kaum anzusehen, wenn wir auch in dem vielfach ungeregelten Zutritt der Nährstoffe für solche Lebewesen, gerade hiermit nur zu häufig zu rechnen haben.

Aus diesen Erwägungen heraus erscheint die ungestörte Anwesenheit der Fische gerade besonders notwendig als normaler Abschluss der biologischen Selbstreinigung.

Die Anteilnahme der Fische an der Selbstreinigung ist aber auch noch um deswillen beachtenswert, weil wir aus dem Vorhandensein der Fische schliessen können auf eine normale Selbstreinigung, so zwar, dass da, wo sich die letztere vollzieht, die Existenzmöglichkeit für den Fisch nicht ausgeschlossen, sondern im Gegenteil ihrem Optimum entgegengeführt wird, während das Optimum der biologischen Reinigung nicht notwendig mit der Möglichkeit gedeihlichen Fischlebens zusammenfällt; wohl aber würden wir annehmen können, dass im Verlauf der Selbstreinigung stromabwärts dies Optimum für das Fischleben angebahnt wird.

Wir können uns also sogar im fischereilichen Interesse ein schädliches Uebermaass in irgend einer Stromstrecke gefallen lassen in der sicheren Erwartung, dass unter dem Einfluss der Selbstreinigung uns trotzdem ein fischereilicher Nutzen erwächst, selbst wenn wir gewisse Stromstrecken, weil im Uebermaass mit organischen Verunreinigungen belastet, fischereilich verlieren bezw. für die Möglichkeit gedeihlichen Fischlebens ausschalten müssen.

Unsere wie immer gereinigten Abwässer werden ohne Weiteres durch die Reinigung in den allerseltensten Fällen zu einem gedeihlichen Fischgewässer, sie werden es aber recht bald innerhalb der natürlichen Gewässer, sofern die Möglichkeit hierzu überhaupt vorliegt, d. h. sofern nicht mit dem Wasser gleichzeitig Substanzen ausfliessen, welche das Leben der Kleinflora

und -Fauna ungünstig zu beeinflussen vermögen, um hierdurch den normalen biologischen Vorgängen Hemmnisse, Störungen oder gar eine Vernichtung allen Lebens zu bringen, wie dies durch Ausflüsse giftiger Salze, Desinfektionsmittel etc. geschehen kann und geschieht.

Es erscheint nach dem Vorstehenden begreiflich, dass wir die Selbstreinigung und ihren Abschluss nicht nach Länge, Maass und Gewicht beurteilen können. Unter Umständen erreicht sie bald einen gewissen Abschluss, d. h. nach einem Lauf von wenigen Kilometern in verhältnismässig kurzer Zeit, bald ist sie nach der doppelten Stromstrecke noch nicht abgeschlossen.

Die Selbstreinigung wird vielfach, gelegentlich auch wohl von Hygienikern insofern recht einseitig aufgefasst, als man dabei lediglich an die Reinigung von den durch unser Kulturleben bewirkten Verunreinigungen denkt und im Uebrigen vergisst, dass auch in unseren reinsten natürlichen Gewässern die Faktoren der Selbstreinigung ständig in Thätigkeit sind. Wie wir in dem Kapitel über die natürlichen Quellen der Verunreinigung unserer Gewässer gesehen haben, werden dieselben ständig durch die auf natürlichem Wege hineingelangten Verunreinigungen dazu geführt, durch die Selbstreinigung günstig beeinflusst zu werden.

Als Beispiel der Selbstreinigung, wie sich dieselbe in Verfolg der chemischen Untersuchung darstellt, lassen wir die Ergebnisse Fr. Hulwa's aus den Jahren 1877—81 folgen.*) Abgesehen davon, dass diese Erstlingsarbeit um deswillen schon erwähnt zu werden verdient, geben ihre Daten auch ein recht beweiskräftiges Bild.

mg im Liter	Gesamtrückstand	Glühverlust	Ammon.	Albuminoid Ammon.	Chamäleon-Verbr.
Oderwasser oberhalb Breslau	169	38	0,07	0,24	16,7
Unterhalb vor Einmündung der Kanäle	172	39	0,20	0,24	17,5
Nach Einmündung der Kanäle . . .	533	179	10,34	2,98	98,2
Beim Austritt aus der Stadt	186	43	1,12	0,42	22,9
Bei Masselwitz 9 km unterhalb Breslau	179	43	0,48	0,33	17,2
Bei Herrnprotsch 14 km unterhalb . .	194	28	0,17	0,30	23,1
Bei Dyherrnfurth 32 km unterhalb . .	183	34	0,54	0,23	17,3

Die Oder durchläuft den obigen Weg in etwa 15 Stunden. Vor Herrnprotsch mündet die Weide und die Weisstritz in die Oder.

Weiter fand W. Prausnitz an der Isar**)

Entnahmestelle in der Isar	km von München	Rückstd. (mg im Liter)	Chlor (mg im Liter)	Chamäleon-Verbr.	Keimzahl im cc
Oberhalb München	—	209	3,3	3,02	134
Bogenhauser Brücke	1,0	250	4,4	12,64	10420
Hinter der Einmündung des Eisbaches	3,1	260	5,1	10,64	14850
Jsmanning	13,0	257	4,5	10,99	9396
Erching	22,0	252	4,5	5,66	4863
Freysing	30,0	—	3,9	5,82	3221

*) Beiträge zur Schwemmkanalisation etc. der Stadt Breslau, Breslau 1890.

**) Der Einfluss der Kanalisation auf die Isar etc. Hygien. Tagesfragen, München. 1890

Die Isar floss mit einer Geschwindigkeit von 1,48 m und 35,57 cbm Wasser in der Sekunde. Die Verdünnung übte wohl einen hervorragenden Einfluss, denn nur am Eisbach bezw. im Ismanning waren salpetrige Säure bezw. Ammoniak nachweisbar. Die Selbstreinigung durch Sedimentierung lässt natürlich bei der starken Stromgeschwindigkeit noch zu wünschen übrig. Die Wasserentnahme erfolgte am 12. Januar 1889 um 2 Uhr oberhalb bezw. am 13. Januar zwischen 8 Uhr Morgens bis 3 Uhr 30 Min. absteigend in ziemlich gleichmässigen Intervallen von 1—2 Stunden.

Wir haben zwar im Eingange dieses Abschnittes die Verdünnung als einen der bei der Selbstreinigung thätigen Faktoren ausschalten zu müssen geglaubt, trotzdem dürfte es nicht überflüssig sein, an einem Beispiele zu zeigen, welche kolossale Menge von Verunreinigungen vertragen werden, d, h. in wasserreiche Ströme gelangen können, ohne nennenswerte Aenderung in den Daten der Analyse des Wassers hervorzubringen.

Hierfür möge das Beispiel der Elbe bei Dresden herangezogen werden, in welche Dresden täglich 16 000 cbm Kanalwasser schickt; dazu kommen die Abwässer von 4 Spritfabriken, 16 Brauereien, 37 chemischen Fabriken, 26 Färbereien, 6 Gerbereien, 24 Seifensiedereien, Schlachthof und dergl. Das Elbewasser enthielt dort bei 1 m unter Null Wasserstand mg im Liter:

	aufwärts	abwärts
	Dresden	
Suspendierte Stoffe	7,2	7,3
Gelöste Stoffe	136,5	136,8
Organische Stoffe	17,6	18,4
Chlor	8,7	8,9
Salpetersäure	2,5	3,8
Ammoniak	0,3	0,3

Bei der Kürze der Entfernung zwischen den beiden Entnahmestellen kann hier von einer Selbstreinigung in unserem Sinne kaum nennenswert die Rede sein. Die sehr beträchtliche Menge der Verunreinigungen macht sich aber in den obigen Zahlen nur in recht unbedeutendem Grade bemerklich, so dass es durchaus verständlich erscheint, dass die Verdünnung allein den Anschein erwecken konnte, als ob sie im Sinne einer kräftigen Selbstreinigung wirke, während sie uns thatsächlich dies Bild nur vortäuscht.

Fischerei und Hygiene, Landwirtschaft und Industrie in ihren Anforderungen an den Reinigungsgrad des Wassers. Wir sind im Verfolg unserer bisherigen Betrachtungen mehrfach in der Lage gewesen, gewisse Gegensätze zwischen Fischerei und Hygiene streifen zu müssen. Es erscheint nicht überflüssig, hierauf des Besonderen kurz einzugehen und dabei auch zu gedenken der etwaigen Sonderforderungen, welche vielleicht die weiteren betheiligten Faktoren, die Landwirtschaft und die Industrie an die Beschaffenheit, sagen wir des verunreinigt gewesenen und nun gereinigten Wassers stellen könnten.

Die Fischerei ist die einzige unter den oben genannten vier Hauptinteressenten am Wasser unserer öffentlichen Gewässer, welche auf ein allzu reines Wasser nicht nur kein Gewicht legt, sondern sogar einen

gewissen Grad der Wasserverunreinigung verlangt, insofern ihr nur dann die Gewähr gegeben ist, dass in dem Wasser eine für die Ernährung der Fische ausreichende Menge von Nahrung vorkommt und gedeiht, wie wir bei der Besprechung der Selbstreinigung gesehen haben.

Hierunter sind besonders die organischen Verunreinigungen neben gewissen minimalen Antheilen von Nährsalzen zu verstehen, welche sie also fordert; nur ein Uebermass scheut sie, soweit dasselbe eine fischereilich nicht normal zum Abschluss gelangende Selbstreinigung im Gefolge haben könnte, und damit Zersetzungen, welche das Fischleben gefährden. Die Fischerei kann sich dagegen selbst eine streckenweise Verunreinigung, namentlich fliessender Gewässer, gefallen lassen in der Erkenntnis, dass die dort obwaltenden Verhältnisse, wenn auch für etwa hineingelangte Fische verderblich, stromabwärts durch gesteigerte günstigere Ernährungsbedingungen für die dort stehenden Fische durch besseren Abwachs mindestens ausgeglichen werden.

Dagegen verlangt die Fischerei die Abwesenheit von mehr als minimalen Mengen löslicher Mineralstoffe, insonderheit der löslichen Salze der schweren Metalle, von Mineralsäuren, Aetzlaugen und löslichen Schwefelverbindungen, sowie einer Reihe von giftigen organischer Salzen, wie z. B. mancher Farbstoffe, sowie sonstiger den Fischen schädlichen Substanzen, die wir auf S. 154 f. des näheren und eingehend genug kennen gelernt haben.

Die Fischerei hat ein besonderes Interesse an gesundem Wasser d. h. einem solchen, in welchem die Aufeinanderfolge der biologischen Vorgänge sich ungestört abspielen kann, wobei sie nicht allzu ängstlich darauf sieht, dass das Wasser den Anforderungen entspricht, welche in ästhetischem Sinne etwa an dasselbe gestellt werden könnten. Selbst Trübungen gegenüber ist sie nicht sonderlich besorgt, es sei denn, dass dieselben scharf und schneidend wirken wie gewisse mineralische unlösliche Verunreinigungen (Braunsteintrübe, aufgeschwemmte Eisenniederschläge und dergl.), welche dann die zarten Schleimhäute der Fische gefährden würden.

Einen weiteren eigenartigen Standpunkt nimmt die Fischerei den Meerwasserbestandteilen gegenüber ein: bis zu verhältnismässig hohen Mengen kann sie sich die Anwesenheit von Chloriden gefallen lassen. Den Fischen schaden sie nicht und soweit unsere Kenntnisse darüber reichen, auch nicht der Kleinlebewelt, obgleich nicht ausgeschlossen erscheint, dass gewisse Organismen darunter leiden, andere dann aber für sie einspringen können, ohne dass wir deshalb die Gefährdung eines normalen Verlaufes der biologischen Vorgänge zu befürchten haben. Nur die aus mangelhaft verlaufender Selbstreinigung auftretenden Vorgänge stinkender Fäulnis mit ihren Begleiterscheinungen haben wir zu fürchten.

Die Hygiene sieht das Wasser an lediglich nach Richtung der Zuträglichkeitsfrage für gewisse Bedürfnisse der Menschen und Haustiere als Trink- und Brauchwasser, wobei wir bei letzterem an seine Inanspruchnahme als Wasch-, Bade- und Kochwasser einschliesslich der etwaigen Verwendungen für die Gewerbe der Nahrungsmittelindustrie zu denken haben.

Die Hygiene wird also übereinstimmend mit der Fischerei die Ab-

wesenheit mineralischer und giftiger Bestandteile wünschen müssen, wie wir sie oben specieller aufführten.

Ferner wird sie all die Stoffe auf den Index zu setzen wünschen, welche dem Wasser Geschmack und Farbe verleihen; sie wird also nicht nur ein besonderes Gewicht auf die Klarheit des Wassers legen, sondern auch die Meerwasserbestandteile, die Chloride der Alkalien und alkalischen Erden nur soweit dulden wollen, als dadurch der Geschmack des Wassers nicht beeinflusst wird, sofern nicht etwa derartiges Wasser für Heilzwecke etc. zur Verwendung gelangen könnte. Als Trinkwasser dürfte sie harte Wässer nicht gerade beanstanden, falls der Salzgehalt namentlich im Interesse der Brauchwässer gewisse unbequeme Grenzen nicht übersteigt.

Besonders ablehnend aber wird sie sich verhalten den organischen Verunreinigungen gegenüber wegen der möglichen Beeinflussung von Farbe und Geschmack, besonders aber wegen der Wahrscheinlichkeit eines Mitbringens pathogener Keime. Ganz allgemein wird sie aber organische Verunreinigung scheuen als mögliche Nährstoffe jener Krankheitskeime, trotz deren anerkennenswerter Bedürfnislosigkeit. Sie wird also bei der berechtigten Besorgnis einer Verschleppung pathogener Lebewesen sich zu bemühen haben, den Eintritt solcher Keime in die Gewässer nach Thunlichkeit zu verhüten, wobei sie zur Erreichung dieses Zieles nicht allzu ängstlich besorgt ist, die zur Tötung der Krankheitserreger nötigen Gifte und Desinfektionsmittel in die Gewässer gelangen zu lassen, namentlich wenn es sich um solche handelt, deren den Gebrauchswerth des Wassers schädigende Eigenschaften unter den vielseitigen Einflüssen der Selbstreinigung nur vorübergehend die Gewässer zu verschlechtern im Stande sind wie z. B. Aetzkalk und Chlor.

Die Hygiene wird ferner „lebendes" Wasser ablehnen beziehungsweise ein besonderes Gewicht auf die „Gesundheit" des Wassers in dem oben erwähnten fischereilichen Sinne nur da legen, wo sie selbst hydrobiologische Vorgänge in ihrem Sinne eintreten zu lassen wünscht. Hier geht sie sogar — ähnlich wie die Fischerei — soweit, dass sie eine im hygienischen Sinne selbst übermässige Verunreinigung — Einleitung städtischer Jauchen — zulässt, wenn sich ihr dadurch andere wertvollere Vorteile bieten — rasche Entfernung der städtischen Unratstoffe aus dem Weichbilde der Städte auf dem Wege der Kanalisation — und wenn die für den Verlauf der Selbstreinigung erforderliche Stromstrecke an ihren Ufern menschliche Wohnsitze oder Arbeitstätten nicht aufweist (M. von Pettenkofer). Aus dieser Besorgnis vor den übeln Dünsten organischer Auswurfstoffe wird sie namentlich die stickstoffhaltigen fäulnisfähigen Bestandteile fürchten und als Maassstab für die Brauchbarkeit eines Reinigungsverfahrens in ihrem Sinne darauf sehen, dass die Stickstoffverbindungen einen möglichsten Abschluss ihrer Umsetzungen erkennen lassen, sodass stinkende Fäulnis fernerhin ausgeschlossen erscheint.

Die Landwirtschaft nimmt das Wasser als Trink-, Tränk- und Brauchwasser in Anspruch und fällt hier natürlich in ihren Anforderungen zusammen mit denen der Hygiene.

Weiter bedarf sie des Wassers für Rieselzwecke oder besser als Mittel

zum Ersatz der fehlenden meteorischen Feuchtigkeit. Hier ist die Befeuchtungsmöglichkeit Hauptzweck, wenn auch natürlich die düngenden Bestandteile des Rieselwassers gern in Kauf genommen werden und hierunter besonders die unter Umständen mangelhaft zersetzten stickstoffhaltigen Bestandteile von Abwässern mit organischen Verunreinigungen. Ein Uebermaass kann ihr indes auch beschwerlich werden, wenn unter ihrem Einfluss bei gleichzeitigem Mangel eines oder des anderen sonst noch nothwendigen Nährstoffes Bleichsucht (Chlorose) eintritt oder die Pflanzen unter allzu üppiger Ernährung vergeilen. Wo ihr nicht regelrecht aptierte Wiesen zu Gebote stehen, wird sie unter Umständen trübe Wässer, deren Sedimente den Wert der Heus vermindern. und sogar Erkrankungen der Tiere nach dessen Genuss herbeiführen können, zu fürchten haben. Die im Wege der biologischen Vorgänge in dem Wasser enthaltenen Kleinlebewesen scheut sie mit Ausnahme etwa, wie oben erwähnt, gewisser thierpathogener Keime nicht, sondern nimmt ihre Leiber als zersetzungsbereite Ansammlungen stickstoffhaltiger Nährstoffe gern mit in Kauf.

Die Landwirtschaft wird weiter, wie Fischerei und Hygiene, die Salze der schweren Metalle, vielleicht mit Ausnahme des Eisens falls dasselbe einen gewissen Gehalt nicht übersteigt, zu fürchten haben. sowie eine Reihe spezifischer Pflanzengifte. auf welche des näheren einzugehen ausserhalb unserer Aufgabe liegen würde.

Wohl aber müssen wir hier noch gedenken eines besonderen Bedürfnisses der Landwirtschaft, welches über die Anforderungen der Fischerei weit hinausgeht und sogar jene der Hygiene noch hinter sich zurücklassen kann in Bezug auf das Nichtvorhandensein der Meerwasserbestandteile. Unter dem Einfluss der Chloride wird die Löslichkeit der sonstigen wichtigen und notwendigen Pflanzennährstoffe und besonders von Kali und Magnesia gesteigert und damit ihr Verlust für den Betrieb durch Auswaschen in den der Wurzel der Kulturpflanze nicht mehr zugänglichen Untergrund beziehungsweise in das Grundwasser eingeleitet und damit eine Verarmung des betreffenden Feldes an Nährstoffkapital hervorgerufen. Ein Gramm Kochsalz im Liter ist durch den Geschmack nicht mehr wahrzunehmen und ein Vielfaches hiervon vertragen Fische anstandslos. während die erwähnten Vorgänge bei diesem Gehalt immer, ja bereits bei 0,5 Gramm im Liter sich gelegentlich bemerklich machen.

Die Industrie in ihrer Gesamtheit ist gegen unreines Brauchwasser am empfindlichsten. Sowohl als Kesselspeisewasser wie für den inneren Betrieb hat sie ein besonderes Interesse daran. ein möglichst klares und reines Wasser erlangen zu können.

Selbst ein unreines Wasser als Kraftquelle ist für sie störend, insofern dadurch die Dauer der Triebräder (Mühlräder) vermindert beziehungsweise die Unterhaltungskosten derselben gesteigert werden können.

Wohl weiss sich die Industrie bei der Vielseitigkeit ihrer Hülfsmittel auch mit derartigen Uebelständen vielfach abzufinden, während mancher Betrieb, wie z. B. Färbereien, Zuckerfabriken und andere schwer unter den

Unbilden verunreinigten Wassers zu leiden haben, wenn deren ausreichende Reinigung, die überdies auch Geld kostet, versagt.

Im Uebrigen bleibt für jede Fabrik die Verfügung über ein möglichst klares und reines Wasser ein von vornherein nicht gering anzuschlagendes Grundkapital!

Möchte doch dessen jede Industrie stets eingedenk bleiben!

4. Reichshülfe, Staatshülfe, Selbsthülfe.

Nachdem wir in Vorstehendem auch die Mittel kennen gelernt haben, die Werkzeuge zur Verhütung der Verunreinigung der Gewässer beziehungsweise zur Reinigung unreiner schädlicher Abgänge, erscheint es auffallend, dass trotz alledem unsere Gewässer namentlich in unseren Industriebezirken sich in einem gelinde ausgedrückt fischereilich und hygienisch wenig erspriesslichen Zustande befinden, auch da, wo unsere Hülfen zweifellos zu einem gedeihlichen Resultat führen könnten.

Wie sie auch heissen mögen, diese Hülfsmittel, ihre Anwendung, ihre Ausführung kostet Geld und belastet damit das Gewerbe, welches bisher angenommen hatte, die Gewässer seien mehr oder weniger ausschliesslich dazu da, auf bequemstem Wege den nutzlosen Unrat aus der Nähe unserer Wohn- und Arbeitsstätten zu entfernen.

Wo kein Zwang droht, unterbleibt oft das einfachste brauchbare Hülfsmittel und wo kein Kläger ist, da ist kein Richter!

Solange eine dünne Bevölkerung und die spärlich dazwischen gestreuten Werkstätten industrieller Thätigkeit in der Menge der den Wasserläufen anvertrauten Unratstoffe das jetzt vielfach vorhandene Uebermass noch nicht erreicht hatten, so lange die Selbstreinigung mit diesen Gaben unseres Kulturlebens noch spielend fertig wurde, traten die bösen Folgen soweit zurück, dass darin eine wirkliche Gefahr für unsere Wasserläufe kaum erblickt werden konnte und die staatlichen Aufsichtsbehörden in dem berechtigten Wunsch, der deutschen Industrie nach Thunlichkeit aufzuhelfen, ihr scheinbar unnötige Ausgaben und Belastungen zu ersparen, eine Duldung zeigten, welche, wie wir jetzt wissen, weit hinausging über das im Interesse der Allgemeinheit zulässige. Als das neue deutsche Reich erstand, befanden wir uns erst in den Anfängen industrieller Entwicklung; wohl nur in wenigen Landschaften Deutschlands war damals von einem lästigen Übermass verunreinigender Auswurfstoffe die Rede.

Nur wenige unter uns kannten die Zustände in England und Belgien, die dazumal bereits unerträglich geworden waren und diejenigen, die sie kannten, Vertreter unserer im Aufblühen begriffenen Industrie, sie schwiegen selbstverständlich, um sich die Begründung der eigenen Arbeitsstätten nicht zu erschweren.

Die Verfassung des deutschen Reiches schliesst die Sorge um die Reinheit unserer Wasserläufe von den Aufgaben der Reichsregierung aus und überlässt sie den Einzelstaaten, eigentlich unbegreiflicherweise, denn nur wenige deutsche Flüsse bleiben in Verfolg ihres Laufes auf deutschem Boden innerhalb eines Herren Gebiet, gar manche durchfliessen die Lande

mehrerer Bundesstaaten und nach der Überweisung wasserrechtlicher Fragen an die Einzelstaaten herrscht somit an ihren Gewässern vorübergehend verschiedenes Recht für dieselbe fliessende Welle. Je nachdem die deutschen Territorialregierungen diesen Fragen also ein grösseres oder geringeres Interesse entgegenbringen, werden die Gewässer hier mehr, dort weniger belastet und demgemäss auch für den stromab liegenden Staat grössere oder geringere Verunreinigungsmassen über dessen Grenzen tragen.

Die mangelnde Uebereinstimmung der Gesetze und Verordnungen hat dem Verfasser in den letzten Jahren Gelegenheit geboten, allein in drei derartige Streitfälle von Staat zu Staat einen Einblick zu erhalten.

Hätten wir ein Reichsamt für Angelegenheiten der deutschen Gewässer, es wäre Manches besser.

Einen bedeutungsvollen Schritt nach dieser Richtung stellt ein Antrag des Freiherrn von Heyl im Reichstage dar, welcher allem Anschein nach von einem hohen Bundesrath wohlwollend aufgenommen wurde.

Dieser Antrag, welchen Freiherr Heyl zu Hernsheim am 13. März 1899 im Reichstage einbrachte, verlangt die Einsetzung einer Reichskommission zur Beaufsichtigung der mehreren Staaten gemeinsamen Wasserstrassen, wobei der Antragsteller die Vermeidung der sowohl durch fehlerhafte und einseitige Flusskorrektion wie durch die Abwässer der Städte und der industriellen Anlagen hervorgerufenen Schädigungen im Besonderen am Rhein im Auge hatte.*)

Uebrigens hat die Reichsgesetzgebung, obgleich ihr die Sorge für Deutschlands Gewässer entzogen ist, auch jetzt schon gewisse Einflüsse auf Wohl und Wehe unserer Flüsse gewonnen und zwar durch das Bürgerliche Gesetzbuch und die Reichsgewerbeordnung.

Das Bürgerliche Gesetzbuch besagt in § 906:

> „Der Eigentümer eines Grundstückes kann die Zuführung von Gasen, Dämpfen, Gerüchen, Rauch, Russ, Wärme, Geräusch, Erschütterungen und ähnliche von einem anderen Grundstück ausgehende Einwirkungen insoweit nicht verbieten, als die Einwirkung die Benutzung seines Grundstückes nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt oder durch eine Benutzung des anderen Grundstückes herbeigeführt wird, die nach den örtlichen Verhältnissen bei Grundstücken dieser Lage gewöhnlich ist.
>
> Die Zuführung durch eine besondere Leitung ist unzulässig.“

---

*) Die Begründung besagt in fischereilicher Beziehung: Bei uns am Rheine spiegeln sich jetzt in den Fluten des Stromes die roten und schwarzen Farben der Anilinfabriken und die Schmutzfarben der Abwässer; die Fischer, die des Abends spät oder früh am Morgen ihr mühsames Gewerbe im Strome aufsuchen, werden angeekelt durch die übeln Gerüche, welche dem Flusse enströmen, die Fische haben ihren thaufrischen Geschmack verloren. Die Dampfschiffe des Herrn Rockefeller fahren stromaufwärts und schon unterwegs wird das Petroleum dem Rhein zugeführt, in grösserem Maasse aber durch das Ausladen desselben in dem Hafengebiet von Mannheim. Die Folge ist, dass die Fische, welche in diesem Teile des Rheinstroms gefangen werden, einen ekelerregenden Petroleumgeschmack haben und vollständig marktunfähig geworden sind — Nach Allgem. Fischerei-Zeitung 1899 No. 8, S. 122.

Dieser Wortlaut birgt in seinem gesperrt gedruckten Teile zweifellos eine Gefahr für unsere Gewässer, auf welche zuerst hingewiesen und für deren Ausschaltung — wenn auch leider vergebens — eingetreten zu sein ein Verdienst F. von Sybels*) darstellt.

„In der Vorschrift des § 906 (820 des Entwurfes zweiter Lesung) werden zwar die wasserwirtschaftlichen Interessen nicht ausdrücklich erwähnt. Es wird aber allgemein der Grundsatz aufgestellt, dass selbst schwerschädigende nachbarliche Einwirkungen durch Rauch, Russ, Dämpfe u. s. w. unanfechtbar sein sollen, wenn sie der Richter als „ortsüblich" anerkennt. Indessen wird nicht unterschieden, ob es sich um die Uebertragung derartiger Einwirkungen vermittelst der Erde oder der Luft oder des Wassers handelt. Wenn nun Jemand giftige oder überhitzte Dämpfe vermittelst des fliessenden Wassers seinem Nachbar zuführt, so wird hierdurch mittelbar auch das Interesse der Wasserwirtschaft berührt."

Leider hatten die Gesuche einer grösseren Zahl wirtschaftlicher Vereine und Körperschaften, denen sich der Deutsche Fischerei-Verein in seiner Vorstandssitzung vom 23. März 1896 anschloss, nach einem Fortfall des beanstandeten Satzes keinen Erfolg. Die Ortsüblichkeit bei der Beurteilung industrieller Schädigungen wasserwirtschaftlicher Rechte erscheint damit bedauerlicherweise bis auf Weiteres rechtsgültig festgelegt. Vergl. weiter unten S. 242.

Noch hätten wir der Reichsgewerbeordnung zu gedenken.

Nach derselben ist wie § 16 f. besagen zur Errichtung von Anlagen, welche durch die örtliche Lage oder die Beschaffenheit der Betriebsstätte für die Besitzer oder die Bewohner der benachbarten Grundstücke oder für das Publikum überhaupt erhebliche Nachteile, Gefahren oder Belästigungen herbeiführen können, „die Genehmigung der nach den Landesgesetzen zuständigen Behörde erforderlich".

Nun folgt ein Verzeichnis der Anlagen, welche einer Genehmigung bedürfen, bedauerlicherweise, denn dies Verzeichnis enthält im Sinne einer Reinerhaltung unserer Gewässer unverzeihliche Lücken!

Weiter besagt § 17 „dem Antrage auf die Genehmigung einer solchen Anlage müssen die zur Erläuterung erforderlichen Zeichnungen und Beschreibungen beigefügt werden.

Ist gegen die Vollständigkeit dieser Vorlagen nichts zu erinnern, so wird das Unternehmen mittelst einer einmaligen Einrückung in das zu den amtlichen Bekanntmachungen der Behörde (§ 16) bestimmte Blatt zur öffentlichen Kenntnis gebracht mit der Aufforderung, etwaige Einwendungen gegen die neue Anlage binnen 14 Tagen anzubringen". . . .

§ 18. „Werden keine Einwendungen angebracht, so hat die Behörde zu prüfen, ob die Anlage erhebliche Gefahren, Nachteile oder Belästigungen für das Publikum herbeiführen könne. Auf Grund dieser Prüfung, welche sich zugleich auf die Beachtung der bestehenden

*) Zeitschrift für Fischerei 1896; Bericht des Westdeutschen Fischerei-Verbandes 1896. Der Landbote 1895. Deutscher Landwirtschaftsrat 1895 etc.

bau-, feuer- und gesundheitspolizeilichen Vorschriften erstreckt, ist die Genehmigung zu versagen, oder, unter Festsetzung der sich als nötig ergebenden Bedingungen zu erteilen. . . . . . Der Bescheid ist schriftlich auszufertigen und muss die festgesetzten Bedingungen enthalten: er muss mit Gründen versehen sein, wenn die Genehmigung versagt oder nur unter Bedingungen erteilt wird."

§ 19. „Einwendungen, welche auf besonderen privatrechtlichen Titeln beruhen, sind zur richterlichen Entscheidung zu verweisen, ohne dass von der Erledigung derselben die Genehmigung abhängig gemacht wird."

Andere Einwendungen dagegen sind mit den Parteien vollständig zu erörtern. Nach Abschluss dieser Erörterung erfolgt die Prüfung und Entscheidung nach den im § 18 enthaltenen Vorschriften . . . ."

Endlich bestimmt § 51: „Wegen überwiegender Nachteile und Gefahren für das Gemeinwohl kann die fernere Benutzung einer jeden gewerblichen Anlage durch die höhere Verwaltungsbehörde zu jeder Zeit untersagt werden. Doch muss dem Besitzer alsdann für den erweislichen Schaden Ersatz geleistet werden: aus der Untersagung der ferneren Benutzung entspringt kein Anspruch auf Entschädigung, wenn bei der früher erhaltenen Genehmigung ausdrücklich vorbehalten worden ist, dieselbe ohne Entschädigung zu widerrufen."

Das wären hülfreiche, ausreichende und segensvolle Bestimmungen im Sinne der Reinerhaltung unserer Gewässer, wenn — es keine Ausnahmen gäbe, wenn Zuckerfabriken, Stärkefabriken, Brennereien, Molkereien und Andere dem Zwange der Gewerbeordnung ebenfalls unterlägen. Gegen die Unbilden neu zu begründender Arbeitsstätten böten sie Schutz bei verständnisvoller strenger Handhabung und Aufsicht und nur einige Normen für die konzessionierenden Behörden wären erforderlich, um über alle Landesgesetze hinweg Abhilfe anzubahnen; auch der bestehenden Industrie wäre damit vielfach beizukommen, aber — die Ausnahmen!

Sie verderben Alles!

Dass der Staat im Allgemeininteresse seiner Bürger die Pflicht hat, die Verhältnisse an unseren Gewässern zu ordnen, erscheint ohne Weiteres begreiflich, um so mehr, als die sogenannten öffentlichen Gewässer als Staatsbesitz gelten, allerdings belastet mit einer nicht unbeträchtlichen Zahl von Berechtigungen, welche sich meist von Alters her auf die Fischerei, die Wasserentnahme und wohl auch auf die Benutzung als Wasserstrassen (Flösserei) beziehen. Aber die Begriffe des öffentlichen und des Privatgewässers sind gesetzlich beziehungsweise gewohnheitsrechtlich nicht überall dieselben in deutschen Landen.

Da nur der Staatsbesitz, das behördliche Recht an unseren Gewässern die Gewähr einer gerechten Verteilung auf die verschiedenen Interessentengruppen bietet, so wäre zu wünschen, dass alle Sonderrechte durch Ablösung an den Staat übergingen, um nun unter gesetzlicher Regelung gegen Entgelt oder wo das ohne Schädigung der allgemein anzuerkennenden Bedürfnisse Dritter zuträglich erscheint, in freier Nutzung zum grösstmöglichsten

Vorteil der Allgemeinheit, welche durch den Staat vertreten erscheint, dienstbar zu werden.

In deutschen Landen herrscht hierin nicht überall die erwünschte Konsequenz, hier werden Rechte von staatswegen erworben, dort verkauft, das Letztere ist entschieden zu bedauern*). Es sollte Gewässer, auf deren Benutzung verschiedene Parteien bei Ausübung ihrer Lebensführung und Gewerbe angewiesen sind, im Privatbesitz überhaupt nicht geben; die Nutzungsrechte und Gegenverpflichtungen der Einzelnen müssten ganz allgemein gesetzlich festgelegt sein, so dass Bevorzugungen des Einen zum Schaden anderer ausgeschlossen wären.

Die Bedeutung der Wasserstrasse im öffentlichen Verkehrs- und Handelsinteresse soll nicht in Abrede gestellt werden, aber die Anpassungen an die Anforderungen der Schiffahrt in Bezug auf Stromrichtung, Wassertiefe und Ufergestaltung dürften die Anrechte z. B. der Hygiene, Fischerei, Landwirtschaft und Industrie an ausreichende Mengen reinen Wassers, rein im Sinne der Bedürfnisse der einzelnen Gruppen nicht schädigen. Es kann aber natürlich nicht ausbleiben, dass die Anforderungen der einzelnen Interessentengruppen in Gegensatz zu einander treten. In diesen Fällen, und sie sind leider sehr häufig, muss eine weise Staatsregierung sorgsam im Sinne des Allgemeininteresses abwägen wie diesem Widerstreit unter thunlichster Vermeidung von Härten, der einzelnen Partei gegenüber, vorgebeugt und eine möglichst gerechte Abwägung erreicht werde.

Preussen hat kürzlich den Versuch einer gesetzlichen Regelung der wasserrechtlichen Fragen gemacht, indem es anerkennenswerterweise den Entwurf eines Wassergesetzes veröffentlichte und der Kritik der einzelnen beteiligten Faktoren anheimgab.

Wir bezweifeln nicht, dieser Entwurf war eine sehr schwierige Arbeit, sein Verfasser hat viel Mühe und Sorgfalt daran gewendet, aber trotzdem hat er bei keiner der beteiligten Parteien besondere Anerkennung gefunden. Bei der Fischerei begreiflicherweise am wenigsten, denn der Entwurf schloss die Fischerei ausdrücklich aus und behielt die Rechte derselben der Sondergesetzgebung vor, eigentlich unbegreiflicherweise, denn alle anderen Faktoren können sich schlimmsten Falles auch mit anderem Wasser als mit jenem aus unseren öffentlichen Gewässern behelfen, nur die Fischerei kann's nicht und — sie wurde ausgeschlossen!

Ob es möglich sein wird, aus der Fülle der eingeforderten und eingegangenen Gutachten über diesen Entwurf mit der Fülle ihrer Widersprüche und Einsprachen gegen das im Einzelnen Gewollte einen brauchbaren Kern herauszuschneiden, möchten wir fast bezweifeln. Wir werden wohl in absehbarer Frist kaum zu einer Erneuerung des an sich sehr dankenswerten Versuches gelangen.

*) Entwurf eines preussischen Wassergesetzes nebst Begründung. 1894.

*) Die Schweiz geht hierin zielbewusster vor. So sind z. B. im letzten Jahrzehnt alle Rechte an Wasser oder Fischerei des Zürich-Sees durch Aufkauf bezw. Ablösung in Staatsbesitz übergegangen. Die Fischerei auf dem See wird mit der erforderlichen Vorsicht von Staatswegen verpachtet.

Bedauerlicherweise, denn es ist im Sinne der Verhütung schädlicher Wasserverunreinigung eine durchaus gesunde und u. E. auch durchführbare Anschauung, davon auszugehen, „dass gewisse Stoffe nur im bestimmten Verhältnis ihrer Menge zur Menge des sie aufnehmenden Wassers, andere dagegen unabhängig von ihrer Menge gesundheitsschädlich“ — auch für die Fische — „wirken können“. Der Entwurf stellt die Einbringung der letzteren in ober- und unterirdische Gewässer, schlechthin die der ersteren aber nur dann unter das Verbotsgesetz, wenn der Stoff nach Beschaffenheit und Menge eine gesundheitsschädliche Verunreinigung des Wassers oder der Luft oder eine erhebliche Belästigung des Publikums zur Folge haben kann; er unterwirft die Stoffe und Mengen der behördlichen Festsetzung und lässt Ausnahmen bezüglich der ersteren Art nur aus überwiegenden Gründen eines öffentlichen oder gemeinschaftlichen Nutzens zu.

Das sind an sich treffliche Gesichtspunkte, welche folgerichtig, sachverständig und konsequent durchgeführt zwar gewisse Härten im Einzelnen kaum ausschliessen, jedenfalls aber dazu führen würden, dass es besser würde in Bezug auf die Verunreinigung der Gewässer in Preussen. Der grösste deutsche Bundesstaat bietet aber in den Verhältnissen seiner Gewässer so mannigfache Bedingung, dass ein verständnisvoll den hier obwaltenden Verhältnissen angepasstes Gesetz die Möglichkeit einer Anlehnung gesetzlicher Vorschriften der übrigen Bundesstaaten eröffnete — vielleicht mit alleiniger Ausnahme der Gewässer der bayrischen Alpen, und diese entbehren z. Z. noch einer nennenwerten Beeinflussung durch Auswürfe des Kulturlebens — und uns zu Verhältnissen für das ganze Reichsgebiet führen könnte, unter denen sich die Industrie einheitlich zu entwickeln vermöchte, ohne dass darunter unsere Gewässer bis zu fischereilicher Vernichtung zu leiden hätten.

Aus den Motiven zu dem eben erwähnten Entwurf möchten wir noch einen Satz herausgreifen, weil er klar und bestimmt das Recht und die Pflicht des Staates anerkennt, Abhülfe zu schaffen.

„Wasser ist nächst der Luft das wichtigste elementare Bedürfnis des Menschen. An die Reinhaltung des Wassers und der Wasserläufe knüpfen sich die wichtigsten Interessen der Gesundheitspflege, die durch die neuere Entwickelung der bakteriologischen Wissenschaft noch mehr in den Vordergrund getreten sind. Auch in wirtschaftlicher Hinsicht ist für die Benutzung des Wassers zu den verschiedensten Zwecken dessen Reinhaltung erforderlich, während andererseits bei der Benutzung derselben zu Abwässerungszwecken eine mehr oder minder nachteilige Veränderung des Wassers unvermeidlich ist. Die bestehenden gesetzlichen Vorschriften können als ausreichend nicht anerkannt werden.“

Was jetzt Rechtens ist in Preussen*), entnehmen wir einer schätzenswerten Zusammenstellung von A. Schmidtmann und B. Proskauer. Es ist ein eigentlich herzlich dürftiger Bestand an Gesetzen, Allerhöchsten Verord-

*) Der Stand der Städtereinigungsfrage. Vierteljahresschrift für gerichtliche Medizin. 3. Folge, 13 und 14.

nungen und ministeriellen „technischen Anleitungen", welche den vorstehend gesperrt gedruckten Satz völlig rechtfertigen.

Dass in dem preussischen allgemeinen Landrecht Bestimmungen über Fragen, die uns hier berühren, fehlen, erscheint begreiflich, da bei seinem Inkrafttreten im Jahre 1794 wohl nirgends in Preussen ein Bedürfnis nach derartigen Verordnungen vorgelegen haben mag. es erschien damals ausreichend und war Sache der Polizei. „die nötigen Anstalten zur Erhaltung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung. sowie zur Abwendung der dem Publikum oder einzelnen Mitgliedern desselben bevorstehenden Gefahr zu treffen."

Aber schon wenig später trat doch ein Erfordernis nach einer ordnungsmässigen Regelung der Verhältnisse an unseren Wasserläufen hervor; wenn auch noch nicht in unserem Sinne gegen die Wasserverunreinigung gerichtet. Eine Allerhöchste Kabinetsordre vom 24. Februar 1816, „setzt zur Verhütung der Verunreinigung der schiff- und flössbaren Flüsse und Kanäle fest, dass Niemand, der eines Flusses sich zu seinem Gewerbe bedient, Abgänge in solchen Massen in den Fluss werfen darf*), dass derselbe dadurch nach dem Urteil der Provinzial-Polizei-Behörde (Regierungs-Präsident) erheblich verunreinigt werden kann und dass Jeder, der dawider handelt, nicht nur die Wegräumung der den Wasserlauf hemmenden Gegenstände auf seine Kosten vornehmen lassen muss, sondern auch ausserdem eine Polizeistrafe von 10—50 Thalern verwirkt hat".

Weiter besagt das Gesetz über die Benutzung der Privatflüsse vom 28. Februar 1843 im § 3 Abs. 1 und 2, „dass das zum Betriebe von Färbereien, Gerbereien, Walken und ähnlichen Anlagen benutzte Wasser keinem Flusse zugeleitet werden darf, wenn dadurch der Bedarf der Umgegend an reinem Wasser beeinträchtigt oder eine erhebliche Belästigung des Publikums verursacht wird. Die Entscheidung hierüber steht der Polizeibehörde zu**).

Ferner beschäftigt sich der § 6 mit Flachs- und Hanfrösten und stellt fest, dass es durch die Polizei verboten werden darf, wenn es neben anderem „eine erhebliche Belästigung des Publikums bewirkt".

Erst das Fischereigesetz vom 30. Mai 1874 bestimmt zum Schutz der Fischerei gegen Wasserverunreinigungen in den §§ 43 und 44: „Es ist verboten, in die Gewässer aus landwirthschaftlichen oder gewerblichen Be-

---

*) Nach der Rechtsprechung des Kammergerichts (Urteil vom 27. Februar 1893) fällt hierunter auch das „Ablassen" flüssiger oder sonstiger Abgänge in die Gewässer.

**) Leider wird die obige Bestimmung, welche im Sinne der Reinhaltung der Gewässer wirksam einsetzen könnte durch eine Entscheidung des Oberverwaltungsgerichts vom 25. Nov. 1895 (Entscheidungen 29. 287) völlig hinfällig, welche besagt, „dass für die Beantwortung dieser Frage lediglich die thatsächlich vorhandenen zeitlichen und örtlichen Verhältnisse massgebend sind, nicht aber der Umstand, ob abgesehen von diesen die betreffende Verunreinigung des Flusswassers an sich geeignet wäre, solches für wirthschaftliche und andere Zwecke unbrauchbar zu machen. Deckt die Umgegend aus irgend welchen anderen Ursachen ihren Bedarf an reinem Wasser überhaupt nicht aus dem fraglichen Flusse, dann ist eine Beinträchtigung dieses Bedarfs durch die Verunreinigung des Flusswassers von selbst ausgeschlossen." Dann darf also munter verunreinigt werden!

trieben Stoffe von solcher Beschaffenheit und in solchen Mengen einzuwerfen, einzuleiten oder einfliessen zu lassen, dass dadurch fremde Fischereirechte geschädigt werden können.

Bei überwiegendem Interesse der Landwirtschaft kann das Einwerfen oder Einleiten solcher Stoffe in die Gewässer gestattet werden. Soweit es die örtlichen Verhältnisse zulassen, soll dabei dem Inhaber der Anlage die Ausführung solcher Einrichtungen aufgegeben werden, welche geeignet sind, den Schaden für die Fischerei möglichst zu beschränken. Ergiebt sich, dass durch Ableitungen aus landwirtschaftlichen oder gewerblichen Anlagen, welche bei Erlass dieses Gesetzes bereits vorhanden waren, oder in Gemässheit des vorstehenden Absatzes gestattet worden sind, der Fischbestand der Gewässer vernichtet oder erheblich beschädigt wird, so kann dem Inhaber der Anlage auf den Antrag der durch die Ableitung benachteiligten Fischereiberechtigten im Verwaltungswege die Auflage gemacht werden, solche ohne unverhältnismässige Belästigung seines Betriebes ausführbare Vorkehrungen zu treffen, welche geeignet sind, den Schaden zu heben oder doch thunlichst zu verringern."

Ferner wird das Rösten von Flachs und Hanf abermals berücksichtigt und in nicht geschlossenen Gewässern unter Verbot gestellt (§ 44).

Es existieren weiter noch drei wichtige Runderlasse, in Sachen der Genehmigung von Kanalisationsanlagen, aus den Jahren 1877, 1888 und 1896, gegeben seitens der Herren Minister des Innern, der öffentlichen Arbeiten, für Landwirtschaft etc., für Kultus sowie für Handel und Gewerbe. Dieselben machen die Genehmigung von der Entscheidung des Herrn Ressortministers abhängig, nehmen eine grundsätzliche Stellung zu einem bestimmten Reinigungsverfahren nicht ein, sondern wollen von Fall zu Fall unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse und dem jeweiligen Stande der wissenschaftlichen und praktischen Erfahrungen unter Anhörung von Sachverständigen, in erster Linie der wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen, befinden. Bisher sind als Hauptmomente, welche bei der Genehmigung eines Reinigungsverfahrens in Betracht gezogen wurden, aufgefasst worden, dass die Abwässer von Fäkal- und Fäulnisgeruch frei sein, im cc nicht mehr als 300 Keime enthalten und in unzersetztem Zustande mindestens 10 Tage haltbar sein sollen.

Endlich hat der Herr Minister für Handel und Gewerbe am 15. Mai 1895 eine „technische Anleitung" herausgegeben, welche den Behörden die Vorbeugung der Verunreinigung von Gewässern besonders zur Pflicht macht und anräth, „im Falle der Genehmigungserteilung der Polizeibehörde ausdrücklich das Recht zu wahren, jederzeit die Ableitung der Abgänge von weiteren Bedingungen abhängig zu machen oder auch gänzlich zu untersagen, falls die bei Erteilung der Genehmigung gegebenen Vorschriften sich als unzulänglich erweisen sollten." —

Bayern besitzt zwar das allgemeine Wassergesetz vom 18. Mai 1852, doch handelt dieses nur von der Benutzung des Wassers, der Ent- und Bewässerung zum Zwecke der Bodenkultur und dem Uferschutz und dem Schutz gegen Ueberschwemmungen, nimmt also auf Maassregeln gegen die

Wasserverunreinigung keinen Bedacht, dagegen ist der Art. 92 des Bayr. Pol.-Str.-Ges.-Buches nach F. W. Seelig*) gleichlautend mit dem § 43 des preussischen Fischereigesetzes.

Von den anderen Bundesstaaten haben besonders Baden und Elsass-Lothringen die Verunreinigung ihrer Gewässer durch besondere im übrigen fast gleichlautende Verordnungen — auch die Schweiz hat wesentlich übereinstimmende Vorschriften erlassen — einzuschränken sich bemüht. Das Prinzip dieser Bestimmungen erscheint nachahmenswert, insofern es die verschiedenen etwa zum Abfluss gelangenden Abwasserbestandteile gruppiert und die Konzentration ihres Ablaufes nur bis zu bestimmten Grenzwerten gestattet oder das Einwerfen auch ganz verbietet und zwar abweichend einerseits für den Rhein, andererseits für die sonstigen Wasserläufe. Sowohl die Gruppierung als auch die festgelegten Konzentrationen — Beides im Hinblick auf die Schädlichkeit für die Fische — entbehren indes der wünschenswerten Sachkunde. Die Verordnungen erscheinen deshalb inhaltlich verfehlt. Verfasser**) hat dieselben bereits vor Jahren einer eingehenden Kritik unterworfen und dabei auf die Irrtümer und Mängel im Einzelnen aufmerksam gemacht. Wir unterlassen hier eine Wiedergabe der Vorschriften unter Hinweis auf den Entwurf — s. S. 249 —, für welchen sie im Prinzip vorbildlich wurden.

Auch das Königreich Sachsen hat der Frage der Wasserverunreinigung besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Wenn zwar bis jetzt ein Gesetz, welches die einschlägigen Fragen regelt, nicht besteht, so beweist doch eine Ministerial-Verordnung vom Jahre 1886 an die Kreishauptmannschaften die sachkundige Fürsorge im Interesse der Reinhaltung der Gewässer.

Besonders wäre hier zu erwähnen die glückliche Unterscheidung zwischen neuen und bereits bestehenden abwasserliefernden Industrien.

In Bezug auf erstere sagt die Verordnung: „Bei neuen Anlagen, welche die Wasserläufe durch Abfallwässer zu verunreinigen geeignet scheinen, ist im Allgemeinen daran festzuhalten, dass sie entweder gar nicht oder nur dann zu gestatten sind, wenn die Unternehmer in genügender Weise nachweisen, dass sie solche Einrichtungen zu treffen gewillt und im Stande seien, vermöge deren, dieser Effluvien ungeachtet, der gemeine Gebrauch des Wassers nicht beeinträtigt werde.“ Ausnahmen sollen nur „in besonderen Fällen“ zugelassen werden, z. B. „wenn bei Grenzflüssen durch die bereits vorhandene Verunreinigung des fliessenden Wassers der gemeine Gebrauch desselben bereits ausgeschlossen ist.“

Der bestehenden Industrie gegenüber soll denjenigen Anlagen besondere Aufmerksamkeit zugewendet werden, „mit deren Betrieb eine solche Einführung von festen Stoffen und von Flüssigkeiten in einen Wasserlauf verbunden ist, welche das Wasser in Letzterem in einer den gemeinen Gebrauch desselben wesentlich beeinträchtigenden oder der menschlichen Gesundheit nachteiligen Weise verunreinigen oder eine derartige bereits vor-

*) Fischerei- und einschlagendes Wasserrecht, Leipzig-Reudnitz, 1889, pag. 118.

**) Zeitschrift für Fischerei. 1893. C. Weigelt: Warum nimmt die Verunreinigung unserer Wasserläufe und die Entvölkerung unserer Fischgewässer in so erschreckendem Maasse zu?

handene Verunreinigung noch vermehren kann. Zu dem Ende haben die Verwaltungsbehörden, gleichviel ob Beschwerden vorliegen oder nicht, von Zeit zu Zeit, „mindestens aber in jedem Jahr einmal," — „am zweckmässigsten zu Zeiten geringen Wasserstandes" — „durch eigenen Augenschein über den Zustand der Wasserläufe sich zu überzeugen und ausserdem die Bezirksärzte und Gewerbeinspektionen sowie die ihnen untergeordneten Organe zu ersuchen bezw. zu veranlassen, ihnen jede Wahrnehmung mitzuteilen, welche eine abhelfende Entschliessung erheischt. –

Die Einführung fester Stoffe in einen Wasserlauf, gleichviel welchen Ursprunges dieselben sind, ob sie von gewerblichen Anlagen oder sonstwoher stammen, ist unbedingt zu untersagen, wenn solche zur Verunreinigung des fliessenden Wassers geeignet sind.

Ist mit dem Betriebe einer bestehenden Anlage eine Verunreinigung des fliessenden Wassers durch Zuführung von Flüssigkeiten verbunden, so haben die Verwaltungsbehörden dafür zu sorgen, dass deren Besitzer solche Maassnahmen vorkehren, welche nach dem jeweiligen Stande der Wissenschaft getroffen werden können, um den bestehenden Uebelständen abzuhelfen, oder sie wenigstens auf das thunlichst zulässige Maass zu beschränken. Es sind jedoch . . . . an die betreffenden Anlagen unter schonender Wahrnehmung der Industrie wie auch der Landwirtschaft nur solche Anforderungen zu stellen, welche mit einem nutzbringenden Betriebe derselben vereinbar sind."

Weiter gilt der Reinigung und Unschädlichmachung der Abwässer aus Schlachthäusern eine im Wesentlichen sachgemässe Ministerialverordnung vom 9. Juni 1885, auf welche wir hier nicht näher eingehen können. Die darin vorgeschriebene „gehörige Desinfektion" ohne Beschränkung auf die Zeiten drohender Epidemieen erscheint ohne Weiteres nicht unbedenklich.

In Württemberg ist gutem Vernehmen nach der Erlass eines Wassergesetzes in Vorbereitung.

Das Gesetz über Fischerei vom 27. November 1865 besagt in seinem § 15: „Die Verunreinigung der Fischwässer durch schädliches Abwasser oder durch sonstige die Fische gefährdende Abfälle gewerblicher Einrichtungen ist möglichst zu vermeiden und bei der polizeilichen Kognition über die Einrichtung solcher Anstalten das Interesse der Fischerei, insbesondere durch Anordnung von Schutzmaassregeln gegen Verunreinigung der Fischwässer, zu wahren, sofern solche Schutzmaassregeln ohne unverhältnismässige Belästigung ausgeführt werden können."

Der § 17 ordnet an, dass die Einhaltung der vorstehenden — und anderer — „Anordnungen durch Organe der Gemeinden oder Amtskörperschaften regelmässig zu kontrollieren" sei.

Das Grossherzogtum Hessen hat ein „Gesetz, die Bäche und die nicht ständig fliessenden Gewässer betreffend" vom 30. Juli 1887 nebst Ausführungsverordnung vom 24. September 1887, welches in 6 Abschnitten die Rechtsverhältnisse und die Benutzung der Bäche, die öffentlichen Wassergenossenschaften, die Instandhaltung der Bäche, die Regulierung der Bäche und neben allgemeinen Bestimmungen die Zuständigkeit der Behörden in 145 §§ behandelt. Von der Wasserverunreinigung ist dabei nicht die Rede.

Dagegen verbietet das Fischerei-Gesetz vom 27. April 1881 in den Artikeln 49 und 50 die Verunreinigung der Fischgewässer, völlig übereinstimmend mit den §§ 43 und 44 des preussischen Fischerei-Gesetzes.

Von den übrigen Bundesstaaten folgen die Wassergesetze der mitteldeutschen Staaten nach J. König*) in ihren Bestimmungen über die Benutzung etc. der Gewässer im Allgemeinen dem Bayerischen Wassergesetz, andere, wie z. B. Mecklenburg-Schwerin, haben sich den preussischen Gesetzen angeschlossen.

Das wäre im Wesentlichen der Schatz an Gesetzen und Verordnungen, mit welchem wir gegen die Unbilden der Wasserverunreinigung innerhalb der deutschen Lande zu rechnen hätten. Das Wort des Verfassers des preussischen Entwurfes vom Jahre 1894: „Die bestehenden gesetzlichen Bestimmungen können als zureichend nicht anerkannt werden," gilt vollinhaltlich nicht nur für Preussen, sondern für das gesamte deutsche Reichsgebiet, trotzdem birgt das Vorhandene manch beachtenswertes Material, unter dem wir besonders gedenken wollen der Anregung, welche die Verordnungen der oberrheinischen Staaten einschliessen sowie die, im Königreich Sachsen vorgesehene Unterscheidung zwischen neuen und bestehenden Betrieben,*) wie endlich die dort und auch im Königreich Württemberg vorgesehene pflichtmässige staatliche Aufsicht, ohne dass der Antrag des Benachteiligten, wie ihn das preussische Fischerei-Gesetz verlangt, erforderlich wäre. Der preussische Entwurf zum Wassergesetz giebt weiter so klar und bestimmt, wie bereits hervorgehoben, der Notwendigkeit einer Abhilfe gegen die Wasserverunreinigung Ausdruck, dass wir erwarten dürfen, dass das Anerkenntnis staatlicher Verpflichtung zu wirklich ausreichender Ueberwachung der Maassregeln, welche etwa in Zukunft zum Schutz unserer Gewässer in deutschen Landen getroffen werden dürften, nicht ausbleiben wird.

In den grösseren Staaten wäre besonders auch darauf zu sehen, dass die Organisation der Aufsichtsbehörden, welche etwa in strompolizeilicher, gewerbeordnungsmässiger, fischereilicher und vielleicht allgemein polizeilicher Hinsicht zu Nutz und Frommen einer gedeihlichen Pflege unserer Gewässer eingesetzt werden möchten, soweit irgend möglich von einer Stelle aus geleitet werden, damit sie nicht zum Schaden unserer schönen Gewässer in Widerstreit gerathen, damit Kompetenzkonflikte thunlichst vermieden und gegenteilige Ansichten über die vorliegenden Aufgaben thunlichst vermieden werden. Es soll jetzt gelegentlich vorkommen, dass Gewerbe- und Fischereiaufsichtsbeamte, wo solche vorhanden, ziemlich entgegengesetzter Meinung sind über ihre Aufgaben im Dienst unserer Gewässer. Liegt bei den Regierungen das Referat über Beide nicht in einer Hand, so sind Unzuträglichkeiten unausbleiblich.

Trotz der mancherlei Mängel in der Gesetzgebung und Ueberwachung unserer Gewässer durch die Organe der Bundesstaaten, trotz des gelegentlich

*) Verunreinigung der Gewässer, II. Auflage, pag. 27.

*) Die geltenden preussischen Gesetze und Verordnungen lassen eine solche Unterscheidung zwar auch erkennen, doch nicht mit der hier ausgesprochenen Bestimmtheit der Durchführung.

verschiedenen Rechtes, welches dadurch der „fliessenden Welle" streckenweise zu Theil werden kann, haben wir doch in den Entscheidungen des Reichsgerichtes wenigstens ein gemeinsames Organ, welches in Streitfällen die ultima ratio ausmacht.

Die Judikatur des Reichsgerichtes in Wasserverunreinigungsfragen wird zur Zeit wesentlich durch zwei Entscheidungen aus dem Jahre 1886 geleitet.

Die eine vom 9. Juli 1886*) behandelt die Frage der Berechtigung zum Einfliessenlassen schädlicher Immissionen.

Das Reichsgericht findet in dieser Frage „eine Kollision zwischen einem altherkömmlich unter Schutz gestellten Gebrauchszwecke und den Ansprüchen und Bedürfnissen der modernen Industrie".

„Aus dem Wesen des Rechtes des Gemeingebrauches als dem gleichen Recht Aller, welche sich in der Lage befinden, von dem Objekte des Rechtes Gebrauch zu machen, muss man die Folgerung ziehen, dass das Recht eines jedes Einzelnen seine Grenze findet in dem gleichem Rechte aller Uebrigen. Deshalb darf der einzelne Mitberechtigte die Benutzung der Sache nicht in solcher Weise für seine Zwecke ausbeuten, dass er dadurch den Uebrigen die Mitausübung ihres Gemeingebrauches unmöglich macht.

Nun ist aber anzuerkennen, dass, sofern nicht landesgesetzliche oder polizeiliche Vorschriften entgegenstehen, der Besitzer einer an einem öffentlichen Flusse belegenen gewerblichen Anlage kraft seines Rechts des Gemeingebrauchs an sich befugt ist, den Fluss zur Wegschaffung der Abfallwässer seines Betriebes zu benutzen. Man mag auch immerhin aus einer weiteren Ausführung der obigen Grundsätze . . . entnehmen dürfen, dass die blosse Thatsache irgend einer hierdurch anderen Gebrauchsberechtigten hinsichtlich ihrer anderweiten Benutzung des Flusses zugefügten Benachtheiligung nicht ausreichen könne, um die letzteren ohne Weiteres zu dem Verlangen der Einstellung der sie benachtheiligenden Immissionen zu berechtigen, dass dieselben vielmehr um eine Benutzung des Flusses für die beiderseitigen Zwecke nebeneinander zu ermöglichen, sich ein gewisses nach freiem richterlichen Ermessen unter Erwägung aller Umstände zu bestimmendes Maass von Belästigungen und Beschränkungen gefallen lassen müssen."

Der Richter wird das „zu bestimmende Maass" nach dem orts- oder gemeinüblichen Maass messen und darüber hinausgehendes Inanspruchnehmen durch Verurtheilung zum Schadenersatz namentlich dann ahnden, wenn der Beklagte „bei Einführung der Abfallwässer in den Fluss sich der schädigenden Eigenschaften derselben bewusst gewesen" ist.

Die zweite Entscheidung vom 2. Juni 1886**) behandelt die Frage der Möglichkeit eines Einspruches gegen in einen Privatfluss geleitete Immissionen.

---

*) Entscheidungen des Reichsgerichts in Civilsachen. XVI. 1887, S. 144.

**) Ebenda S. 178.

Das Reichsgericht hatte früher den Standpunkt vertreten, dass, „wenn nun auch in diesem Eigentum am Privatflusse ein Eigentum an der der ausschliesslichen Herrschaft des Einzelnen durch die Natur entzogenen fliessenden Wasserwelle nicht enthalten ist, das Eigentum sich somit auf das Eigentum am Bette und auf eine gewisse Verfügungsbefugnis über den von dem vorüberfliessenden Wasser eingenommenen Raum und über das jeweilige vorüberfliessende Wasser selbst beschränken muss, so folgt doch aus dem Eigentum auch in dieser Gestaltung das Recht, unbefugte Eingriffe jedes Dritten insonderheit auch des oberliegenden Uferbesitzers abzuwehren, und zwar dieses ohne den besonderen Nachweis, dass durch solche Eingriffe dem Eigentümer ein Nachteil zugefügt werde, und unabhängig von den aus der Zufügung eines Nachteiles entstehenden besonderen Rechtsfolgen.“

Hieraus würde sich ergeben, „dass der Uferbesitzer jeder oberhalb seines Besitzes stattfindenden Zuleitung, ausser der des auf natürlichem Wege zufliessenden Wassers zu widersprechen befugt sei.“

Dieser Schluss wurde als zu weitgehend befunden und auf Grund wiederholter Prüfung entschieden, „dass der private ebenso wie der öffentliche Fluss innerhalb seines Zuflussgebietes der von der Natur gegebene Recipient sei, nicht blos für das aus dem Boden und von dessen Oberfläche von selbst abfliessende Wasser, sondern vermöge der Bedingungen, unter denen menschliche Ansiedlung und Bodennutzung naturgemäss vor sich gehen muss, auch für dasjenige Wasser, das aus wirtschaftlichen Gründen künstlich fortgeschafft werden muss, wie nicht minder für mancherlei Stoffe, welche dem wirtschaftlich benutzten Wasser sich beimengen und vor dessen Ableitung nicht wieder ausgeschieden werden können.“

„Die Benutzung der Flüsse zu einer derartigen Ableitung ist älter als die Bildung irgend welcher Rechtsnormen über das Eigentum an den Flussläufen: sie ist in gewissem Grade unvermeidlich und unentbehrlich und die Verpflichtung, sie zu gestatten, gehört in soweit zu den durch „die Natur bestimmten Einschränkungen des Eigentums“ an den Flussläufen, denen jeder sich unterwerfen muss. (§ 25 A. L.-R. I. 8)“.

„Bei fortschreitender Bevölkerungsdichtigkeit und Industrie kann allerdings die Benutzung der Flüsse als Ableitungskanäle eine Ausdehnung gewinnen, welche die berechtigten Interessen Anderer gefährdet. Bei öffentlichen Flüssen und bei derjenigen Benutzung von Privatflüssen, welche das Gemeinwohl beeinträchtigt, ist es eine der polizeilichen Aufgaben des Staates, die erforderlichen Grenzen zu ziehen.“

Diese Urteile und Begründungen*) und namentlich die an zweiter Stelle angeführten müssen wir, trotz aller schuldigen Hochachtung vor den Entscheidungen unseres höchsten deutschen Gerichtshofes als in gewisser Beziehung widerspruchsvoll bezeichnen und als direkt schädlich im Sinne unserer Bestrebungen zur Reinerhaltung unserer Gewässer. Ob sie als der thatsächlichen und Rechtslage entsprechend anzuerkennen sind, vermag nur ein Jurist zu ermessen. Wir wendeten uns deshalb an den Rechts-

*) A. a. O. Seite 144 und 178.

anwalt beim Kammergericht Herrn A. Eschenbach, Syndikus der brandenburgischen Landwirtschaftskammer, dessen Interesse und öftere Inanspruchnaehme in Wasserverunreinigungsfragen uns bekannt war, mit der Bitte um Mitteilung seiner Auffassung über jene Reichsgerichtsentscheidungen. Wir durften erwarten, auf diesem Wege die Anschauungen weiter juristischer, vielfach mit solchen Fragen befasster Kreise zu erfahren. Herr Eschenbach hat in dankenswerter Weise unserem Wunsche Rechnung getragen und schreibt uns:

„Zunächst muss allerdings anerkannt werden, dass das Reichsgericht ja als solches in Beziehung auf den seinem Urteil zu Grunde zu legenden Thatbestand an die Feststellungen der Vorinstanzen gebunden ist und schon hieraus eine gewisse Einengung seines Standpunktes erleidet; denn in der Revisionsinstanz kommt einzig nur die etwaige Verletzung von Gesetzen bezw. Rechtsnormen zur Beurteilung.

Sodann kommt weiter die grosse Schwierigkeit in Betracht, welche auf kaum einem zweiten Rechtsgebiet in gleichem Maasse wie auf dem hier fraglichen vorhanden ist, nämlich dass für das zu findende Urteil neben dem Sachverständigen-Gutachten hier das arbitrium boni viri vor Allem von Wesentlichkeit ist. Diese beiden Umstände in Verbindung mit dem ferneren, dass der Richter sich meist ängstlich bemüht, bei — bildlich gesprochen — flüssigen Rechtsstoffen ungleich mehr die lex lata, d. h. den als thatsächlich vorhanden anzusehenden Rechtszustand im Gegensatz zur lex ferenda — dem — vielleicht sogar nur subjektiv — wünschenswerten — zur Geltung zu bringen, um sich nicht etwa irgendwie dem Vorwurf der Opportunität oder mangelnder Objektivität auszusetzen, erschweren die Rechtsfindung ausserordentlich. Allein auch unter Würdigung aller dieser Momente müssen die reichsgerichtlichen Grundsätze als in hohem Grade anfechtbar erscheinen.

Von vorn herein muss betont werden, dass schon die grundsätzliche Stellungnahme dahin, dass das fliessende Wasser „einem altherkömmlich unter Schutz gestellten Gebrauchszwecke“ diene, als viel zu eng charakterisiert werden muss. Das fliessende Wasser ist vielmehr in erster Linie von jeher absolutes Lebensbedürfnis, ja Vorbedingung überhaupt für die Existenz von Mensch und Tier gewesen und ist es genau so in ungezählten Fällen noch heute. Hier nur von einem einfachen Gebrauchszwecke zu sprechen, muss als irrig bezeichnet werden. Das gesamte organische Leben und damit wieder das gesamte Wirtschaftsleben hängt mehr oder minder geradezu absolut vom fliessenden Wasser ab, und zwar von solchem fliessenden Wasser, welches direkt zur Erhaltung der lebenden Organismen dienlich sein kann. Die ursprüngliche Zweckbestimmung des fliessenden Wassers war zweifellos diejenige zum Trinken und Baden nebst Aufnahme der Tagesabwässer einer ursprünglich einfachen Lebensführung und in wirtschaftlicher Beziehung, die Gewährung von Kraft (Mühlen) und Verkehrsvermittelung, — — ein „Mehr“ an Gebrauchszweck ist nicht von Altersher unter Schutz gestellt, sondern erst verhältnismässig ganz jüngeren Datums. und noch kaum 100 Jahre alt. Erst mit der Entwickelung der Industrie und Chemie wurde der „Gebrauchszweck“ des fliessenden Wassers im Sinne des Verlangens der Aufnahme ganz anderer

Immissionen erweitert. Mit dieser Auffassung stimmt auch der Begriff des fliessenden Wassers als römischrechtliche res omnium communis und im Sinne des deutschen Privatrechts überein, wie die sämtlichen Lehrer des letzteren bekunden. Mit Recht sagt z. B. in dieser Beziehung Beseler:*) „Die Lehre des römischen Rechts von der ausschliesslichen Herrschaft der einzelnen Grundeigentümer über die Privatgewässer entsprach nicht der deutschen Rechtsanschauung, nach welcher einschlägig eine gewisse Gemeinschaft sämtlicher Anlieger an der fliessenden Wassermasse begründet ist, was dann die rücksichtslose Benutzung derselben durch die einzelnen — d. i. also hier die moderne Industrie — ausschliesst."

Ist dies aber Rechtens, so ist die Ausführung des Reichsgerichts, dass jeder Besitzer einer am fliessenden Wasser belegenen gewerblichen Anlage — ob öffentlicher oder Privatfluss, ist hierfür mindestens gleichgültig — den Fluss zur Wegschaffung der Abfallwässer seines Betriebes benutzen dürfe, unhaltbar. Diese Ausführung steht sowohl mit dem physiologischen wie juristischen geschützten „Gebrauchszwecke" in völligem Widerspruch. Und genau wie über das Leben noch die Ehre, so geht über den Gewerbebetrieb das Recht auf die naturgemässe Fortführung des organischen Lebens und der wirtschaftlichen Existenz seiner selbst und der Familie. Wo und wenn hier Kollisionen eintreten, so kann die Entscheidung nicht zweifelhaft sein: sofern die Abstellung der Gefährdung oder Schädigung nicht möglich ist, geht der „eigentliche Gebrauchszweck" vor und muss jener weichen, — selbstverständlich mit der Maassgabe, dass nicht geradezu unbillige, d. h. über den normalen Gebrauchszweck hinausgehende Forderungen gestellt werden, die wir bemessen können nach den Anforderungen der modernen Wissenschaft und besonders der Hygiene im Hinblick auf die selbstreinigende Kraft des Wassers. In Wirklichkeit hat ja auch das Reichsgericht thatsächlich seinerseits diesen Standpunkt ebenfalls einnehmen müssen, wie aus der auf S. 242 oben mitgeteilten Ausführung hervorgeht. Die dann folgende Einschränkung dürfte aber nur deshalb möglich gewesen sein, weil dabei die ursprüngliche und essentielle Zweckbestimmung der fliessenden Wässer nicht beachtet worden ist, obwohl auch selbst in diesem Theil des citierten Urteils von „Ansiedelung und Bodennutzung" und im unmittelbaren Anschluss daran von „wirtschaftlich benutztem" Wasser gesprochen wird. Deshalb kann auch die darauf neben der Bevölkerungsdichtigkeit folgende Einführung der „Industrie" als eines der Ansiedelung und Bodennutzung gleichberechtigten Faktors nicht als zulässig erachtet werden, da es sich doch begrifflich nur um die moderne Industrie — im Gegensatz zu Kornmühlen pp. — mit ihren resp. Verunreinigungsfolgen handeln kann. Das fragliche Urteil fühlt denn auch selbst hier seine Schwäche und führt deshalb weiter aus, dass hier die Grenze zu ziehen „eine der polizeilichen Aufgaben des Staates" sei. Dem kann jedoch nicht beigetreten werden, denn der Rechtsschutz — um einen solchen handelt es sich hier in des Wortes eigenster Bedeutung — ist Sache der Rechtspflege, d. h. der ordentlichen Gerichte.

*) Deutsches Privatrecht, IV. Auflage, S. 907 und noch deutlicher Stobbe, Deutsches Privatrecht, V. Auflage, Bd. 2, S. 360.

Als ebenso wenig glücklich müssen aber auch die implicite in dieses Urteil eingeflochtenen halb technischen Ausführungen betrachtet werden. Denn in der Behauptung, dass unsere Gewässer dazu bestimmt sind, die mancherlei Stoffe, welche dem wirtschaftlich benutzten Wasser sich beimengen und vor dessen Ableitung nicht wieder ausgeschieden werden können, aufnehmen zu müssen, liegt unseres Erachtens eine schwere Gefahr für unsere Gewässer. Man kann sich leicht hinter das Nichtkönnen verschanzen, obgleich gar nicht ausgeschlossen zu sein braucht, dass es ein Anderer doch kann, nur eben der civil- oder strafrechtlich Belangte nicht, weil er nicht will oder weil die ihm bekannten vorhandenen Mittel und Wege zu kostspielig erschienen, die der Richter nicht zu kennen braucht und die der angerufene sogenannte Sachverständige auch nicht kannte oder aus irgend welchen Umständen vielleicht irrtümlicherweise nicht für ausführbar hielt.“

In den erwähnten Entscheidungen liegen also recht bedenkliche Definitionen für das gemeinübliche Aufnehmenmüssen seitens unserer Gewässer und für das gemeinübliche Können der Reinigungstechnik!

„Der Grundsatz, dass alle als ortsüblich anerkannten schädlichen gewerblichen Einwirkungen zu dulden seien, erscheint deswegen so gefährlich, weil der Begriff der „Ortsüblichkeit“ ein so völlig unklarer und schwankender ist, dass notwendig in dessen Anwendung die grösste Willkür entstehen muss und zwar wie die Verhältnisse einmal liegen, eine Willkür zu Ungunsten der durch Gewerbetreibende beschädigten Interessen.

Es fehlt an jedem Anhalt dafür, wie lange eine Einwirkung bestanden habe, von wie vielen Betrieben sie ausgeübt sein muss, um als ortsübliche zu gelten. Ebenso unklar bleibt es, innerhalb welchen Bezirkes die betreffende Ortsüblichkeit ermittelt werden muss, wenn ein Betrieb wegen schädigender Einwirkungen im Civilwege beklagt wird.“ *)

Dieser Begriff des „Gemeinüblichen“ überhaupt, welchem pflichttreuen Sachverständigen hätte er nicht seine Aufgaben erschwert, seine Thätigkeit gehemmt und schliesslich verbittert.

Was wir uns schaffen lassen müssen, sind feste Normen im Rahmen einer erträglichen Wasserverunreinigung, denn der Letzteren schroff, über ein billiges Maass hinaus entgegentreten zu wollen, wäre nahezu gleichbedeutend mit der Vernichtung unserer unter so schweren Kämpfen glücklicherweise errungenen wirtschaftlichen Kulturentwickelung.

Wir müssen dahin zu kommen trachten, dass wir zu einem wissenschaftlich feststehenden ziffernmässigen Begriff für das unseren Gewässern nicht mehr erträgliche schädliche Uebermaass gelangen, nicht nur im fischereilichen, nicht nur im hygienischen Sinne, sondern besonders auch im Interesse der stromabwärts liegenden Industrie.

Diese Notwendigkeit liegt vor für das Gesamtgebiet des Deutschen Reiches. Wenn es aber schon nicht möglich sein sollte, die inneren Grenzpfähle Deutschlands dabei ausser Acht zu lassen, so sollten die betreffenden Verordnungen zum Mindesten die gesamten in Betracht kommenden

*) F. von Sybel, a. a. O.

Bundesgebiete umfassen zu gleichmässiger einheitlicher Regelung, und nicht wie es in Preussen gutem Vernehmen nach beabsichtigt sein soll, der Weg der provinziellen Regelung betreten werden. Man würde damit den Begriff der Provinzialüblichkeit schaffen und dauernd festlegen die jetzt bestehenden Nachwirkungen früherer staatlicher Unterlassungssünden, da man doch die Provinzialüblichkeit stützen müsste etwa auf das Mittel der jetzt vorhandenen ortsüblichen Zustände.

Unsere schönen industriellen Provinzen würden zwar damit für ihre Industrie zu wesentlich milderen Bedingungen gelangen müssen gegenüber dem z. Z. industriearmen Osten, aber ihre reizvollen Wasserläufe wären dann auch wohl für alle Zukunft schlimmen Zuständen überantwortet. Man sollte nicht vergessen, dass die Industrie heutzutage, und wahrscheinlich in der Zukunft in noch höherem Grade, wanderlustig ist, dass sie Filialen errichtet, wenn ihr dadurch gewisse Transportvorteile winken oder billigere Rohmaterialbezüge, billigere Arbeitskräfte zu Gebote stehen. So könnte es kommen, dass dieselbe Firma in demselben Bundesstaat verschiedenen Anforderungen an die Abwasserreinigung begegnete, ein Zustand, bei welchem Unzuträglichkeiten unausbleiblich wären. Wir würden dahin gelangen, dass für gewisse (Grenz-) Stromstrecken auf dem einen Ufer andere Bestimmungen herrschen könnten als auf dem andern, wie das jetzt schon in Bezug auf die Schonzeiten der Fische gelegentlich vorkommt und wie es noch einschneidender, dank dem Uebersehen der Wirkungen des Verkehrs, bei den Schonmaassen hervortritt.

In Ostpreussen legal gefangene 28 cm lange Zander werden in Berlin konfisziert und verfallen der Abdeckerei, weil hier ein Mindestmass von 30 cm herrscht! Die Erfahrungen, welche mit den provinziellen Ausführungsverordnungen zum Fischereigesetz vorliegen, die vielfach Angelegenheiten provinziell regeln, welche besser gesetzlich für das ganze Staatsgebiet festgelegt worden wären, sollten zur Vorsicht nahmen.

Will man aber die einheitliche Regelung für ganz Preussen nicht, so sollte man wenigstens eine einheitliche Regelung nach Strom- oder Flussgebieten versuchen, besonders im Hinblick auf den sehr beachtenswerten Antrag Heyl, trotzdem der Antragsteller für Preussen zu den „Ausländern" gehört. Unsere Provinzgrenzen liegen allzu unglücklich für die in Rede stehende Absicht. Aber selbst die Zerreissung der Provinzen bei Rücksichtnahme auf die Ströme wäre wohl der Rechtsverschiedenheit der fliessenden Welle innerhalb desselben Staatsgebietes vorzuziehen.

Man hat ja auch im Interesse von Strombau und Schifffahrt Strombaudirektionen für unsere grossen Ströme geschaffen ohne Rücksicht auf die provinziellen Grenzen: was der Schifffahrt recht ist, sollte der Wasserverunreinigung doch ebenfalls billig sein können.

Es ist ein eigentümliches Bild, dass wir nach den Einheitsträumen der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts jetzt nach erreichter Einheit vielfach centrifugalen Bestrebungen selbst innerhalb der Regierungen begegnen! Der alte deutsche Erbfehler sitzt doch recht tief! —

Bei der Beurteilung eines Uebermaasses an schädlichen Stoffen, welche die Fabriken und der Haushalt des Menschen in unsere Fischgewässer abgeben, müssen wir vorab anerkennen, dass die bequemste und einfachste Art, die lästigen Abgänge loszuwerden, in der That darin gefunden werden kann, sie unseren Wasserläufen zur Fortschaffung anzuvertrauen, um so mehr, als der Beweis erbracht wurde, dass auf dem Wege der Selbstreinigung die Schädlichkeit dieser in das Fischgewässer gelangten Abwässer nach und nach abnimmt, so zwar, dass je nach der Natur und Konzentration der betreffenden Abwässer nach einem mehr oder weniger langen Lauf innerhalb unserer Fischgewässer ihre Schädlichkeit sich vermindert, um schliesslich ein Wasser zu ergeben, welchem wir irgendwelche direkt oder indirekt schädlichen Wirkungen für die Fischerei nicht mehr beimessen können.

Geben wir hiermit zwar zu, dass die Ableitung in unsere Wasserläufe für Industrie und Haus das einfachste und bequemste Mittel ist, um sich ihrer lästigen Abgänge zu entäussern und können wir es andererseits verstehen, dass die Aufsichtsorgane des Staates jahrelang im Interesse der volkswirtschaftlich so überaus segensreichen Hebung der deutschen Industrie, gelinde gesagt, durch die Finger sahen, wenn es sich um die Entfernung der industriellen Abwässer auf diesem bequemen Wege handelte, so können wir trotz der gegenwärtigen und glücklicherweise in ständigem Aufstieg befindlichen Machtfülle der deutschen Industrie ein Recht derselben auf diese Abfuhrwege zum Schaden der anderen beteiligten Faktoren natürlich nicht anerkennen, selbst um den Preis des unbedingten Schadensersatzes der dadurch Geschädigten nicht.

Es hiesse das, unsere öffentlichen Gewässer dem Privatbesitz der Industrie anheimgeben! Sie wäre kaufkräftig genug, sich diesen Besitz zu sichern. Um einen Besitzwechsel, um einen Besitzübergang aus der Hand der Fischereiberechtigten in jene der Industrie kann und darf es sich hierbei aber nicht handeln, denn unsere Gewässer sind mehr als Wohnungen, Weiden und Kindergärten für die Fische, sie sind notwendige Faktoren der Gesamthygiene unseres Landes, „an deren Reinerhaltung sich die wichtigsten Interessen der Gesundheitspflege knüpfen“, sie gehören zu den dringendsten Erfordernissen gewerblicher und industrieller Thätigkeit und müssen als solche in erster Linie aufgefasst werden.

Andererseits erscheint es unthunlich, den dank der Unterlassungssünden des Staates sozusagen wohlerworbenen Besitzstand der bestehenden Industrie ohne weiteres derart zu schmälern, dass man nun im Verordnungswege plötzlich die Industrie vor die Wahl stellt, entweder durch unerschwingliche Kosten ihre Abwässer ausreichend zu reinigen oder ihre Betriebe eingehen zu lassen.

Wohl aber muss unter allen Umständen auch von der bestehenden Industrie verlangt werden, dass sie den bisher leider nicht selten betretenen Weg in der sorglosesten Weise auf Kosten der Reinhaltung unserer Gewässer zu verfahren, verlässt, und bei jeder durch ihre Betriebe bewirkten Wasserverunreinigung bestrebt ist, ihre Abwässer derart zu reinigen, dass die

Belastung unserer Gewässer auf das denkbar geringste Maass beschränkt wird und das kann meist geschehen, wie wir gern zugeben, stellenweise unter schweren Opfern[1]), ohne deshalb die Industrie in ihren berechtigten Lebensinteressen ernstlich zu gefährden.

Die Letzteren aber müssen bei der bestehenden Industrie, deren wirtschaftlicher Bestand nicht gefährdet werden darf, soweit irgend möglich gewahrt werden, als die volkswirtschaftlich für die in Rede stehende vielfach relativ kleine Wasserstrecke der betreffenden Landschaft wichtigeren, selbst auf die Gefahr hin, dass dadurch nach Entschädigung der Fischereiberechtigten eine gewisse Wasserstrecke, d. h. vom Einlauf der Abwässer bis zur Beendigung der Arbeit der Selbstreinigung, fischereilicher Vernichtung anheimgegeben werde

Bei neu zu begründenden Arbeitsstätten sollten dagegen die staatlichen Aufsichtsbehörden streng gehalten sein, eine Benutzung der Wasserläufe als Abfuhrwege kultureller Abwässer nur insoweit zu gestatten, als dadurch die Entstehung des schädlichen Uebermaasses an Verunreinigungen vermieden wird.

Es liegt auf der Hand, dass bei den zur Zeit noch mangelhaften experimentellen Unterlagen für die Beurteilung derartiger Verunreinigungen es sehr misslich erscheinen muss, ziffernmässige Vorschriften nach dieser Richtung geben zu wollen, trotzdem darf der Versuch nicht unterlassen werden, um so weniger, als seit Jahren bereits in Kraft stehende Verordnungen[2]), welche das in Rede Stehende beabsichtigten, sich als völlig unhaltbar erwiesen haben.[3])

In diesem Sinne wurde von dem Verfasser und Herrn Prof. Dr. F. Hulwa-Breslau der Auftrag einer Kommission des Deutschen Fischerei-Vereins

---

[1]) In diesem Falle befinden sich namentlich die Abwässer aus unseren Bergwerken, bei denen wegen der Massenhaftigkeit ihrer Förderung gelegentlich schwere Missstände für die Betriebe entstehen können. Wegen des Hinzutretens landwirtschaftlich wichtiger Interessen — als Rieselwasser — darf aber auch hier von der Forderung einer ausreichenden Entsäuerung, Enteisenung und Klärung nicht abgesehen werden. Es bleibt alsdann immer noch der fischereilich meist wenig ins Gewicht fallende Kochsalzgehalt der Grubenwässer, welcher indes den Rieselwiesen grosse Einbussen auferlegt und bei Hinzutritt sonstiger Schwierigkeiten zur Einstellung des Betriebes als dem kleineren Übel führen kann, wie die Geschichte des Piesberges bei Osnabrück lehrt.

Weiter gehören hierher die grossen Betriebe der landwirtschaftlichen Gewerbe mit ihren mit tausenden von Zentnern täglicher Verarbeitung rechnenden Zucker- und Stärkefabriken. Hier dürfen gewisse Rücksichten auch nicht ausser Acht bleiben, obgleich andererseits ausgesprochen werden muss, dass gerade die Zuckerfabriken meist mit der denkbar grössten Sorglosigkeit — welche jedenfalls auf ein billiges Maass des Erreichbaren zurückgeführt werden muss und kann — verfahren, bis auf dem Wege der Klage — wie an verschiedenen Beispielen erhärtet werden könnte — Besserung erstritten oder durch Vergleich, ohne Einspruch der Behörde, Duldung der nicht selten wahrhaft unerträglichen Zustände erkauft wird.

[2]) In Baden, der Schweiz und Elsass-Lothringen.

[3]) Vergl. Zeitschrift f. Fischerei. 1893. C. Weigelt: Warum nimmt die Verunreinigung unserer Wasserläufe und die Entvölkerung unserer Fischgewässer in so erschreckendem Maasse zu?

aufgefasst, einen Entwurf für eine Verordnung zum Schutz unserer Gewässer gegen schädliche Wasserverunreinigungen zu verfassen, als Unterlage für weitere Beratungen dieser Kommission[1]) bezw. des Deutschen Fischerei-Rates.

Der Entwurf war, wie erwähnt, ursprünglich nicht für die breite Oeffentlichkeit bestimmt, nachdem er aber aus den Verhandlungen des Schweriner Fischerei-Tages — August 1898 — in die politische Presse übergegangen, mussten ihn auch unsere Fachblätter aufnehmen.[2])

War man in Schwerin aus Mangel an Zeit debattelos an dem Entwurf vorübergegangen, so beschäftigten sich in der Folgezeit industrielle wie hygienische Interessenten um so eingehender mit demselben, so dass im Sinne einer Klarstellung der dadurch angeschnittenen Frage die nicht gewollte Veröffentlichung von Nutzen gewesen ist. Die Verfasser haben nicht verfehlt, die zu ihrer Kenntnis gelangten Einwände[3]) in erneuten Beratungen, welchen sich Prof. Dr. O. Saare in dankenswerter Mitarbeit anschloss, sorgsam zu prüfen, um den berechtigt erscheinenden Rechnung zu tragen.

Aus diesen und aus späteren eingehenden Berathungen mit Prof. Dr. Hulwa ging der nachstehende revidierte Entwurf hervor. Derselbe unterscheidet sich von seinen Vorgängern besonders auch dadurch, dass hier prinzipiell eine Scheidung der Anforderungen neu begründeten Arbeitsstätten gegenüber von denen, welche billigerweise an die bestehende Industrie gestellt werden dürften, versucht wurde.

Revidierter Entwurf zu einer Verordnung über die Abführung von Schmutzstoffen in die Gewässer von **F. Hulwa** und **C. Weigelt.**

Art. I. Bei neu entstehenden, konzessionierten oder auch einer Konzession nicht bedürfenden neuen Betrieben sind die nachfolgenden Normen streng einzuhalten.

Art. II. Der Einwurf von groben Abfällen jeglicher Art in die Gewässer darf nur dann stattfinden, wenn nachgewiesen wird, dass deren Beseitigung oder Nutzbarmachung durch Aufarbeitung und Wiedergewinnung oder auf anderem Wege ohne unverhältnismässigen Kosten-Aufwand nicht durchführbar ist.

---

[1]) Kommission zur Ausarbeitung von Vorschlägen zur Aenderung des preussischen Fischereigesetzes.

[2]) Entwurf zu einer Verordnung über die Abführung von Schmutzstoffen in die Gewässer von Prof. Dr. F. Hulwa und Prof. Dr. C. Weigelt, siehe z. B. Allg. Fischerei-Zeitung, 1898.

[3]) Von industrieller Seite erfuhr die Verordnung, als zu weit gehend, recht harte Angriffe, während die Hygieniker an ihr tadelten, dass sie nur das allerdringendste von der Industrie verlange. Den Letzteren gingen die Anforderungen nicht weit genug! Der Entwurf war aber in erster Linie den fischereilichen Bedürfnissen angepasst worden, und diese stehen sozusagen zwischen den oben erwähnten beiden extremen Standpunkten. Es will uns deshalb bedünken, dass unsere Arbeit doch vielleicht in ihren Anforderungen gerade das Erreichbare und das Allernotwendigste getroffen hat.

Art. III. Bei Erteilung der Genehmigung zur Ableitung von verunreinigenden Abgängen aus Wohnstätten, Fabriken, gewerblichen oder land- und hauswirtschaftlichen Betrieben in ein Gewässer sind die in den folgenden Artikeln festgestellten Maassnahmen anzuordnen, wobei als Voraussetzung gilt, dass das die Abwässer aufnehmende fliessende Gewässer bei Niederwasser eine mindestens zehnfache Wassermenge führt.

Art. IV. Die Abgänge sind vor Einleitung in die Gewässer, wenn nöthig abgekühlt, durch Klärung bezw. Reinigung und Verdünnung thunlichst unschädlich zu machen (vergl No. 7—9):

1. Trübe Abwässer dürfen nur bis zu 1 pro Mille Sink- und Schwebestoffe enthalten, unter der Voraussetzung, dass darunter nicht mehr als höchstens 0,5 ‰ organische Stoffe befinden — und
2. ablaufende Flüssigkeiten nicht mehr als 10 pro Mille gelöster Mineralstoffe, mit Ausnahme von Kochsalz und Chlorcalcium*), welche bis zu 30 pro Mille in den Abwässern zulässig sind, oder 0.5 pro Mille löslicher organischer Substanzen.

   Eisen und Thonerdesalze in Lösung sowie Ammonium-Karbonat dürfen bis 0,1 pro Mille geduldet werden.
3. Eine noch geringere Konzentration muss von Abwässern verlangt werden, welche freie Säuren und giftige Metallsalze (Arsen-, Blei-, Kupfer-, Zink-Verbindungen) oder freies Ammoniak enthalten; hier darf höchstens ein Gehalt bis zu 0,01 pro Mille zugelassen werden.
4. Aetzkalklösungen dürfen nur in solchen minimalen Konzentrationen in die öffentlichen Gewässer geleitet werden, dass unterhalb der Einflussstellen, nach Durchmischung mit dem Wasser des freien Gewässers, eine deutliche alkalische Reaktion nicht mehr wahrgenommen werden kann.
5. Von der Einleitung in einen Wasserlauf sind auszuschliessen:
   a) Abwässer, welche freies Chlor oder unterchlorigsaure Salze, freie schwefelige Säure, Schwefelwasserstoff oder lösliche Schwefelmetalle und Cyanverbindungen in mehr als chemisch eben noch direkt nachweisbaren Mengen aufweisen.
   b) Faulige oder leicht in stinkende Fäulnis übergehende feste Stoffe — wie z. B. Kadaver, Fleischreste, Hautschabsel (Gerberei), Blutgerinnsel, Fäkalien und Mist.
   c) Faulige oder leicht in stinkende Fäulnis übergehende Flüssigkeiten — z. B. städtische Jauchen und Aehnliches —, wenn sie nicht, zuzüglich des Aufnahmegewässers, eine Verdünnung erfahren haben, bei welcher stinkende Fäulnisvorgänge ausgeschlossen erscheinen.
   d) Kohlenwasserstoffe (Petroleum. Theeröle etc.) und Fette in deutlich nachweisbaren Mengen.

---

*) Diese Ausnahmestellung der beiden Salze darf nur in fischereilichem Interesse zugestanden werden. treten landwirtschaftliche oder technische Bedürfnisse an dem betreffenden Flusse hervor, so muss es auch ihnen gegenüber bei 10 ‰ verbleiben.

6. Bei No. 1 3 inkl. ist eine entsprechende Hinaufschiebung der oben angeführten Grenzwerte zulässig, wenn das fliessende Aufnahmegewässer bei Niederwasser eine Verdünnung gewährleistet, welche grösser ist als die oben vorgeschriebene zehnfache Verdünnung doch darf dem Aufnahmegewässer eine mehr als fünffache Konzentration der obigen ziffernmässigen Werte niemals geboten werden.
7. Heisse Abwässer müssen mindestens bis auf 30 Grad Celsius am Einfluss in die Gewässer abgekühlt sein.
8. Bei der chemischen Reinigung der Abwässer ist darauf zu achten, dass durch die Ableitung derselben in stehende öffentliche Gewässer eine verderbliche Anreicherung an löslichen Mineralsalzen vermieden wird.
9. Die nach obigen Vorschriften gereinigten bezw. soviel als möglich unschädlich gemachten Abwässer dürfen nicht stossweise in die Gewässer gelangen, sondern müssen in ständigem, gleichmässig auf die tägliche Betriebszeit — oder noch besser auf den ganzen Kalendertag — verteilten Ablauf event. durch Röhren thunlichst in die Hauptströmung derselben eingeführt werden, damit eine rasche und sichere Durchmischung mit dem Verdünnungswasser des aufnehmenden Gewässers erfolgen kann. — Jedes weitere die Durchmischung und nachfolgende Durchlüftung fördernde Hülfsmittel erscheint erwünscht.

Art. V. Was die bestehende Industrie betrifft, so sind die Besitzer der betreffenden Anlagen anzuhalten, Maassnahmen zu ergreifen, durch welche, dem jeweiligen Stande der Wissenschaft entsprechend, die obwaltenden Uebelstände auf ein möglichst geringes Maass eingeschränkt werden, ohne dass zugleich der wirtschaftliche Bestand der betreffenden Industrie gefährdet wird.

Art VI. Wo irgend möglich, sollen indes die oben stehenden ziffernmässigen Normen eingehalten werden. Besonders aber gilt das von Art. II und Art. IV 7—9, doch dürfen

Art VII hier bei einer Berechnung der zulässigen Grenzwerte, wenn die Fabrik ihr Betriebswasser dem Aufnahmegewässer — oberhalb — entnimmt, die Verunreinigungen dieses Betriebswassers in Anrechnung gebracht werden.

Art. VIII. Wo eine ausreichende Verdünnung der Abwässer aus Wassermangel nicht möglich erscheint, ist eine Trennung der verschiedenen Abwässer einer industriellen Anlage anzustreben unter Reinigung oder Vernichtung der besonders schädlichen Anteile.

Art. IX. Sollte nach erfolgter chemischer Reinigung die Entfernung der im Uebermaass erforderlich gewesenen Reinigungsmittel (z. B. Aetzkalk) etwa aus Platzmangel, nur mit unverhältnismässigen Kosten erreichbar sein, so darf als Durchmischungszone des Aufnahmegewässers eine Stromstrecke bis höchstens 150 Meter abwärts zugelassen werden, jenseits deren keine deutliche alkalische Reaktion mehr wahrgenommen werden soll, vom letzten Einlauf aus der Fabrik gerechnet, jedoch nur unter voller Entschädigung für die fischereilich vernichtete Strecke

Art. X. Wo alle anderen Mittel, zu einer ausreichenden Reinigung zu gelangen, wegen der unverhältnismässigen Kosten ausgeschlossen erscheinen, darf das Prinzip der Opferung einer Stromstrecke zum Zweck der Selbstreinigung, mangelhaft gereinigten Abwässern gegenüber, zur Anwendung gelangen, niemals aber zu Gunsten roher ungereinigter Auswürfe. Im Allgemeinen darf im höchsten Falle eine Stromstrecke von 3 Kilometern für diese Selbstreinigung in Anspruch genommen werden oder beim Vorhandensein mehrerer verunreinigender Faktoren, vom letzten stromabwärts gelegenen Auslauf an gerechnet, 5 Kilometer.

Als derartig zusammengehörig wären solche industriellen Arbeitsstätten oder abwässernde Wohnstätten — Krankenhäuser, Abdeckereien, Stallungen — aufzufassen, deren Entfernung von einander vom untersten Abwassereinlauf der oberen bis zum obersten der abwärts liegenden gemessen, nicht mehr als 500 Meter beträgt. Die Ansprüche Dritter — Fischerei, Landwirtschaft — an solchen „Opferstrecken" sind in angemessener Weise, am besten auf dem Wege gütlicher Vereinbarung abzufinden.

Der vorstehende Entwurf macht, wie erwähnt, vorab einen prinzipiellen Unterschied zwischen neu zu begründenden industriellen Arbeitsstätten und den an deren Abwässer im Interesse unserer Wasserläufe zu stellenden Anforderungen, Art. I—IV und bringt ferner in den Artikeln V—X Maassregeln zur Besserung der Verhältnisse an den bestehenden Industrien mit Bezug auf die ihren Abwässern gegenüber zu Gunsten unserer Gewässer dringend nötigen Erfordernisse.

Wir bemerken zu dem Entwurf im Einzelnen:

Art. I. Es wäre wünschenswert, wenn es gelänge, jeden Einlauf, welcher zu einer Verunreinigung unserer Gewässer zu führen vermag, so zu sagen behördlicher Genehmigung zu unterwerfen. Die Reichsgewerbeordnung erschwert in ihrer Unterscheidung konzessionspflichtiger und einer Konzession nicht bedürfender Gewerbe die Ausführung dieses, wie uns scheinen will nicht unausführbaren, in seinen Konsequenzen aber allein ausgiebige Abhülfe gewährleistenden Wunsches.

Art. II. Wohl ist der Ausdruck „unverhältnismässiger Kostenaufwand" ein unbestimmter und dehnbarer Begriff. Bei der Verschiedenheit und Vielseitigkeit der hier in Betracht kommenden Gewerbe nach Richtung der Schädlichkeit sowie der Menge ihrer Abwässer, wie nicht minder im Hinblick auf die verschiedene Kapitalkraft ihrer Besitzer einerseits und der unumgänglichen Pflicht, eine fernere wünschenswerte Ausdehnung unserer Industrie nicht aufzuhalten andererseits, erschien eine bestimmtere Fassung ausgeschlossen. Es dürfte ganz allgemein der Erwartung Ausdruck gegeben werden, dass gerade die Einhaltung dieser Forderung neuen Arbeitsstätten, dank unserer erprobten und bewährten Hülfsmittel, erhebliche Schwierigkeiten nicht bereiten wird.

Art. III. Das Verlangen einer zehnfachen Verdünnung erscheint ohne Weiteres willkürlich. Es soll damit besonders ausgedrückt werden, dass es fischereilich und hygienisch unthunlich wäre, dem angenommenermaassen gesunden Aufnahmegewässer mehr als ein zehntel industriell oder sonstwie verunreinigtes Wasser zuzuführen, und damit die Wirkungen einer gedeihlichen Selbstreinigung zu gefährden. Die bestehende Industrie nimmt von

Bächen jetzt nicht selten die Hälfte und wohl auch mehr der gesamten Wasserführung in Anspruch, um diese Menge nachher mehr oder weniger intensiv verunreinigt dem Wasserlauf wieder zuzuführen und damit demselben auf weite Strecken abwärts die Möglichkeit der erwünschten Gesundung zu rauben. Einem ferneren Einbürgern solcher Zustände sollte mit dieser Anforderung vorgebeugt werden

Art. IV. Die geforderte Abkühlung, Klärung, Reinigung und Verdünnung soll besonders ausdrücken, dass es neuen Betrieben für die Zukunft verboten sein sollte, rohe, ungereinigte Abwässer in die Gewässer zu leiten. Wohl waren wir uns bewusst, dass mit unseren vorhandenen Hülfsmitteln eine völlig das Maass des Wünschenswerten erreichende Reinigung noch nicht allgemein möglich ist, weshalb unbeschadet der nachfolgenden ziffernmässigen Anforderungen hier dem bestehenden Unvermögen durch ein „thunlichst" das bedauerlicherweise nötige Zugeständnis nicht versagt werden durfte.

Es wird nicht ausbleiben, dass Bedenken gegen unsere ziffernmässigen Anforderungen erhoben werden, sowohl im Einzelnen als auch namentlich gegen das Unterfangen, zahlenmässige Werte hier überhaupt einzuführen. Man wird im letzteren Sinne auf die Schwierigkeit der Kontrole hinweisen, welche jeweils nur im Wege einer einwandfreien chemischen Analyse ausführbar wäre. Wir vermögen diesem Einwande eine gewisse Berechtigung nicht abzusprechen, aber wie sich andererseits der Begriff der Schädlichkeit eines bestimmten Abwasserbestandteils nicht anders als durch einen ziffernmässigen Ausdruck geben lässt, so müssen wir ihn auch hier hinnehmen — wir besitzen eben keinen anderen Maassstab. Ferner dürfte, eine ausreichende Aufsicht vorausgesetzt — deren wir uns gegenwärtig wohl nirgends im Deutschen Reiche zu erfreuen haben — wie wir nicht bezweifeln, die Industrie durchaus in der Lage sein, der Aufsichtsbehörde ständig beweisen zu können, dass sie unterhalb der geforderten Grenzwerte verblieb, wenn ausserordentliche unvorhergesehene Revisionen und eine genügend fühlbare Strafe, bei Uebertretungen der Industrie, die Notwendigkeit sorgsamer Einhaltung der Grenzwerte klar gelegt haben. Die englischen River Pollutions Acts sind viel strenger. Es lässt sich zwar nicht behaupten, dass sie ständig eingehalten werden, dazu verlangen sie vielfach schier Unmögliches, aber — dass sie wesentlich geholfen haben, kann trotzdem nicht in Abrede gestellt werden.

Es wäre sehr viel einfacher, wenn wir, wie in Art. IV 4 und 5a ohne Zahlen auskommen könnten, aber bei IV 1—3 geht das eben nicht. Hier dagegen dürfte das Gewollte nennenswerten Schwierigkeiten nicht begegnen.

Ebensowenig dürfte die Einhaltung von Art. IV, 5b und 5d besondere Umstände machen.

Art. IV, 5c stellt allerdings recht hohe Anforderungen, welche besonders Zucker- und Stärkefabriken nicht selten scheinbar unüberwindliche Schwierigkeiten bereiten dürften. Die moderne Hygiene hat indes städtischen Abwässern gegenüber gelernt, dass diese Bedingungen durchführbar sind. Auch neue Betriebe der landwirtschaftlichen Gewerbe werden sich damit abfinden müssen, dass die Hygiene ihnen derartige Bedingungen auferlegt.

Noch wäre zu erwähnen, dass die geforderten Grenzwerte den wirklich beobachteten Schädlichkeitsgrenzen für Fische nach Thunlichkeit angepasst wurden: wo solche, namentlich gegenüber den organischen Verunreinigungen fehlen, da war es unser Bestreben, Beobachtungen aus der Praxis soweit möglich als Grundlagen heranzuziehen.

Eine sehr beachtenswerte Konzession für die Industrie erblicken wir in

Art. IV, No. 6; sie wäre zu gross, und gefährlich im Sinne einer möglichen Wiederholung und Begünstigung der gegenwärtig obwaltenden Verhältnisse, würde sie nicht durch den Schlusssatz entsprechend und wie wir glauben ausreichend eingedämmt.

Art IV, No. 7—9 dürften berechtigte Einwände kaum zu befürchten haben. Ihre Notwendigkeit und Durchführbarkeit wird wohl allgemein zugestanden werden. Ihre Ausdehnung auf die bestehende Gesamtindustrie wäre dringend erwünscht und ohne nennenswerte Schwierigkeiten auch erreichbar.

Der bestehenden Industrie können wir so strenge Bestimmungen, wie sie neubegründete Arbeitsstätten wohl tragen können, nicht auferlegen, ohne vielfach die Möglichkeit ihres wirtschaftlichen Fortbestehens zu gefährden.

Der Art. V spricht das aus, lässt indes die bisherigen Verhältnisse nicht ungeändert und

Art. VI nimmt das, wo möglich, Wünschenswerte in Anspruch.

Art. VII dürfte ebenfalls billigen Anforderungen der Industrie entgegenkommen, ohne allzuschwere Gefährdung der Gewässer.

Art. VIII weist bei nachgewiesener Unmöglichkeit entsprechender Verdünnung auf einen Ausweg hin, den sich natürlich auch neue Arbeitsstätten zu Nutze machen können, auf den dort aufmerksam zu machen aber nicht nötig erschien. Die letzteren müssen sich fügen, das Wie bleibt ihre Sache: da sind, soweit nicht technische Unmöglichkeiten vorliegen, Rücksichten nicht erforderlich.

Auch Art. IX wurde von einer der Billigkeit entsprechenden Schonung der Arbeitsstätten diktiert; dabei ist der Artikel bestrebt, die Rechte Dritter ausreichend zu wahren.

Den schlimmsten Verhältnissen ist Art X bemüht, immer noch helfend zu begegnen durch Opferung ohnehin unrettbar für die Fischerei und Hygiene verlorener Strecken.

Da der Artikel das Einlassen völlig roher Abwässer verbietet, ist er gleichzeitig bestrebt, eine allgemeine Besserung thunlichst ohne Härten herbeizuführen. Bessern lässt sich überall noch an der Behandlung unserer Abwässer und soviel sich hier eben thun lässt, ohne Gefährdung der Existenz der betreffenden Industrie, soviel sollte unter allen Umständen gefordert werden.

In diesem Artikel wird auch auf das Zusammenwirken verschiedener verunreinigender Faktoren in billiger Weise Rücksicht genommen, immer unter dem Bestreben einer Einschränkung der bestehenden Schäden unter thunlichster Schonung erworbener wirklicher oder scheinbarer Rechte der Industrie.

Abweichend von dem preussischen Entwurf vom Jahre 1894 nahmen wir auf eine Ableitung in den Untergrund keine Rücksicht. Nur in Ausnahmefällen, d. h. bei. der Menge und chemischen Natur nach bedeutungslosen Abwässern erachten wir eine Abführung in das Grundwasser für zulässig, wie bereits Seite 175 des Näheren auseinandergesetzt wurde.

Unser Entwurf wird begreiflicherweise Anfechtungen begegnen, man wird ihn bekämpfen als zu milde in seinen Anforderungen und von anderen Seiten wird ihm der Vorwurf allzugrosser Strenge nicht erspart bleiben.

Sorgsam und gewissenhaft und auf Grund langjähriger Erfahrungen waren wir bestrebt den gegebenen Verhältnissen gerecht zu werden, gelang das noch nicht, so möge man unsere Arbeit verbessern — sie noch mehr anzupassen und auszugestalten versuchen, sowohl gegenüber dem zweifellosen Bedürfnis nach Abhülfe im Sinne einer Gesundung unserer ehemals so schönen Wasserläufe wie auch dem berechtigten Wunsche der Industrie entsprechend, kräftig und wirtschaftlich lohnend trotzdem arbeiten zu können zu unseres gesamten Volkes und Vaterlandes Wohlfahrt und Ehre.

Eile erscheint indes geboten!

Es wäre viel gewonnen im Interesse der Reinhaltung unserer Wasserläufe, wenn es gelänge, zu einer festen Verordnung zu kommen, wie sie etwa unser und Professor Dr. Hulwas Entwurf will, aber mit dem Erlass einer solchen Verordnung, ja selbst mit einer mustergültigen wirksamen Aufsicht allein kommen wir immer noch nicht zu gedeihlichen Zuständen. Wir haben vorstehend gesehen, dass ein beachtenswerter Schatz von Erfahrungen und Verfahren uns zu Gebote steht zur Verminderung der Schäden, welche die Abwässer aus Städten und industriellen Arbeitsstätten uns bisher gebracht haben, aber dieses Arsenal reicht noch nicht aus zur Bekämpfung aller Missstände, und doch liegt die Erzielung erträglicher Zustände zweifellos keineswegs ausserhalb der Möglichkeit.

Die deutsche Industrie blickt mit berechtigtem Stolz auf unsere technischen Hochschulen, das Ausland bewundert die sorgsame Berücksichtigung aller Zweige des Wissens, welche dem jungen Studierenden für seine Ausbildung geboten werden, und doch war noch vor wenigen Jahren die Lehre von der Reinigung der industriellen und Hausabwässer völlig unvertreten.

Wenn wir oben hervorgehoben haben, dass der Staat unabweislich die Pflicht habe, im Interesse der Allgemeinheit eine geregelte Fürsorge für unsere Gewässer sich angelegen sein zu lassen, so erwächst ihm nicht minder die Notwendigkeit, dafür Sorge zu tragen, dass dieses grosse, vielseitige Wissensgebiet nun auch auf den staatlichen Bildungsstätten gelehrt werde. Nicht die Hochschule allein sollte indes hier Belehrung spenden, sondern auch auf den technischen Mittelschulen müsste darauf aufmerksam gemacht werden, welche Wichtigkeit die Abwasserpflege nicht nur innerhalb der technischen Wissenschaften überhaupt verdiene, nach Richtung einer sorgsamen Erwägung in Benutzung irgendwie nutzbar zu machender Abgänge, sondern es wäre dem Studierenden und Schüler auch klar zu machen, welcher Schaden damit hochbedeutsamen Faktoren des Allgemein-

wohls und der wirtschaftlichen Entwickelung unseres Landes bereitet werden kann und bereitet wird.

Aber nicht nur im Interesse der studierenden Techniker müsste der Staat dieser Pflicht eingedenk sein, auch im Sinne seiner unleugbaren Aufgabe einer gedeihlichen Aufsichtführung über unsere Gewässer wird er sich derselben nicht entziehen dürfen.

Wir haben oben an dem Ministerialerlass der königlich sächsischen Regierung rühmend anerkannt, dass er verlangt, dass die Beamten der Amtshauptmannschaften ohne Antrag der eventuell Geschädigten sich über den Zustand der Gewässer durch den Augenschein überzeugen sollen. Der Augenschein reicht aber in vielen Fällen gar nicht aus, um zu einem auskömmlichen Ueberblick über die thatsächlich über den Reinheitszustand eines Gewässers obwaltenden Verhältnisse zu gelangen. Es gehört dazu neben einer nicht geringen Menge von Kenntnissen über den Betrieb der verschiedenen Gewerbe auch ein Einblick in den möglicherweise bevorstehenden Schaden sowie ein nicht besonders umfangreiches Instrumentarium zur thatsächlichen Beurteilung der vorliegenden Verhältnisse, dessen Handhabung gelernt sein will. Eine Besichtigung ohne das erforderliche sachverständige Urteil über das, was vielfach nicht zu sehen, sondern nur mit gewissen Hülfsmitteln zu beobachten ist, kann keinen sonderlichen Nutzen schaffen.

Ursachen und Wirkungen muss der revidierende Beamte kennen, sonst kann die sorgsamste Aufsicht zu brauchbaren Ergebnissen nicht führen.

Den vielbeschäftigten Gewerberäten und deren Personal liegt nebenher natürlich auch die Sorge und Aufsicht einer geregelten Abwasserreinigung ob, unseres Erachtens als ein recht wichtiger Teil ihrer gesamten Thätigkeit.

Die Berichte der Gewerberäte sind vielfach anerkannt worden als wichtige Merkzeichen zur Beurteilung der Entwickelung eines industriellen Bezirkes, aber man sehe sich doch diese Berichte an, nach Richtung ihres Eingehens auf die Abwasserfragen, und man wird da, vielfach durchaus ungerechtfertigterweise, ein recht verschiedenartiges Interesse für diese Fragen herauslesen können.

Sollte dieser räumlich durchaus ungleichmässigen Behandlung ein ebenso verschiedengrosses Verständnis zu Grunde liegen? Wir glauben wohl, denn wenn ein Gewerberat Chlorcalcium als Abwasserbestandteil in einer verhältnismässig unbedeutenden Konzentration bei Begutachtung einer geplanten Abwasserableitung für fischereilich sehr verderblich erklärt, während ein anderer in einem ähnlich liegenden Falle das gleichzeitige Auswerfen von Aetzkalk für unschädlich hält beziehungsweise übersieht, so verräth das im Sinne einer gedeihlichen Aufsicht und Beurteilung eine durchaus unzureichende Uebersicht über die elementarsten Grundbegriffe der Lehre von den Abwässern beziehungsweise von den Anfordungen, welche an die Abwasserreinigung gestellt werden müssten.

Für die Herren Gewerberäthe ist ein bestimmter Lehrgang, eine besondere Vorbildung nicht vorgeschrieben, jedenfalls wurde bisher kein Gewicht darauf gelegt, für diese Stellungen Männer zu finden, welche den in der Abwassertechnik vorhandenen Schatz an Beobachtungen und Erfahrungen

sich zu eigen gemacht. Es erscheint dies andererseits um so notwendiger, als in erster Linie die Gewerberäte berufen erscheinen, den Regierungen gegenüber die etwa von den konzessionspflichtigen Gewerben vorgelegten Pläne und Zeichnungen für solche Anlagen zu begutachten, welche der Reinigung der Abwässer, der Verhütung der Wasserverunreinigung zu dienen bestimmt sind.

In hygienischer Beziehung gilt als Sachverständiger der Kreisphysikus, der Kreisarzt. Es ist nun eine bekannte Thatsache, dass in dem Schulranzen unserer Mediziner die Chemie bedauerlicherweise einen recht kleinen Raum einnimmt, wohl begreiflich, wenn man erwägt, wie gross das Wissensgebiet, für welches in dem medizinischen Staatsexamen ein Ausweis ausreichenden Wissens verlangt wird. Für das vorangegangene Physikum wird nicht viel gefordert, in dem eventuell nachfolgenden Physikats-Examen wohl mehr, namentlich auch in allgemeiner hygienischer Hinsicht, aber die Sonderfragen, welche uns hier beschäftigen, werden doch in der Gewerbehygiene kaum irgendwie berücksichtigt.

Hier sollte staatliche Fürsorge auch eingreifen im Sinne einer Besserung. Wohl wurden in neuester Zeit Kurse für ältere Aerzte an einzelnen Universitäten oder wissenschaftlichen Instituten abgehalten, aber diese können doch immer nur als Notbehelf aufgefasst werden.

Namentlich die älteren Herren Kreisphysici leisten in gutachtlicher Hinsicht manchmal staunenswertes, sobald die Berücksichtigung chemisch-technischer Fragen an sie herantritt.

Aber auch die „Sachverständigen" des grossen Publikums und der Gerichte, die öffentlichen Chemiker stehen diesen Abwasserfragen nicht selten recht unsachverständig gegenüber.

Die Gerichte haben in der Wahl ihrer Sachverständigen völlig freie Hand — und das kann wohl nicht anders sein — die betreffenden Sachverständigen werden meist von den Parteien vorgeschlagen, aber woher sollen diese ein ausreichendes Urteil über die wirkliche Sachkenntnis der Betreffenden haben.

Wohl kommt es vor, dass ein Sachverständiger ein ihm angetragenes Gutachten ablehnt als ausserhalb seines Sonderinteresses liegend, die allermeisten der öffentlichen Chemiker werden jedes von ihnen geforderte Gutachten annehmen, sie müssens auch wohl bei der starken Konkurrenz wie in jedem so in diesem Arbeitsgebiet; es ist ihr Beruf, aber wie fallen namentlich seitens der jüngeren Kollegen solche Gutachten manchmal aus?

„Nach bestem Wissen und Gewissen" angefertigt, trifft die Gutachter selbst nur selten ein Vorwurf.

Woher sollten sie's wissen, der Staat bietet ihnen keine Gelegenheit, sich über diese wie wir glauben hochwichtigen Fragen bereits bei ihrem Werdegange ausreichend zu unterrichten.

Erst mit den Erfahrungen des Berufs können die Lücken ausgefüllt werden, die kommen aber für manches Gutachten zu spät, wie der Verfasser z. B. bedauerlicherweise als junger Doctor am eigenen Leibe erfahren.

Im Gebiet der Nahrungsmittelchemie oder besser der Beurteilung unserer Nahrungsmittel nach Richtung ihres Wertes und ihrer Güte sowie Verfälschungen gegenüber trat bald nach dem Erlass des Nahrungsmittelgesetzes auch die Notwendigkeit hervor, das Publikum, die Gerichte sozusagen vor unsachverständigen Beurteilern, Begutachtern zu schützen. Wir wussten vor kaum einem Lebensalter auf diesem Gesamtgebiet erstaunlich wenig. Es fehlte an Methoden — es fehlte so ziemlich an Allem.

Das ist jetzt anders geworden und die Regierung hat durch die Einführung eines Examens für Nahrungsmittelchemiker Abhülfe geschaffen.

Thatsächlich hat die überwiegende Mehrheit der öffentlichen Chemiker nicht verabsäumt, sich das Diplom als Nahrungsmittelchemiker zu verschaffen beziehungsweise das betreffende Examen zu machen. Hier könnten bis zu einem Examen „für öffentliche Chemiker“ prüfungsgemässe Anforderungen in unserem Sinne eingelegt werden, welche auch bei den Fragen der Wasserversorgung sich als sehr nützlich erweisen dürften.

Weit davon entfernt, die Befähigung eines Sachverständigen lediglich nach einem abgelegten Examen zu bemessen, würden wir doch ein solches insofern begrüssen, als dadurch die Gewähr gegeben würde, dass die öffentlichen Sachverständigen wenigstens zu einer Zeit ihres Studienganges sich mit den in Rede stehenden Fragen beschäftigen müssten. Auch ohne Lehrkanzeln mit dem für sie erforderlichen Apparat an Laboratorien und Versuchsanstalten würde vorerst Joseph Königs Lehrbuch über die Verunreinigung der Gewässer ausreichen, um den Prüflingen ein ausreichendes Maass von Lernenswertem zu bieten.

Fassen wir kurz zusammen, was wir als Staatshülfe für unerlässlich halten zur Herbeiführung von gedeihlichen Verhältnissen an unseren Wasserläufen, so würden wir zu erbitten haben:

1. Ein Reichswassergesetz, welches neben anderem im Wege einer Verordnung*) die Benutzung unserer Wasserläufe als Abfuhrweg industrieller Abwässer beziehungsweise der Auswürfe aus Küche und Haus regelt und den Begriff des Uebermaasses festlegt.

Sollte ein Reichsgesetz nicht zu erreichen sein, so wäre eine Regelung dieser Verhältnisse im Sinne der Partikulargesetzgebung anzustreben, thunlichst unter Anlehnung an gemeinsame Normen über das, was der fliessenden Welle geboten werden darf.

Es dürfte auch wohl ausreichend sein, zur Vorbeugung der schlimmsten Schäden an eine Aenderung der Reichsgewerbeordnung zu gehen um, unter Ausschluss der Ausnahmen, für die sämtlichen verunreinigenden Abläufe gemeinsame Normen aufzustellen, beziehungsweise jede regelmässig in Aussicht stehende Verunreinigung polizeilicher Genehmigung zu unterwerfen.

*) Ein Gesetz kann im Interesse aller an der Wasserbenutzung beteiligten Faktoren nur in allgemeinen Zügen Verbote gegen die Verunreinigung enthalten, während die näheren Verhältnisse im Verordnungswege geregelt werden müssten. Verordnungen lassen sich den Fortschritten in Wissenschaft und Praxis entsprechend leichter ändern und verbessern als Gesetze

2. Die Ausführung dieser Verordnungen wäre einer geregelten, zweckentsprechenden, strengen Aufsicht zu unterstellen, pflichtgemäss ohne dass hierzu der Antrag eines Geschädigten nötig würde.

3. Es sollte angestrebt werden, dass sowohl zur Erziehung staatlicher Sachverständigen (Gewerbeaufsichtsbeamte, Organe der Gesundheitspflege) wie auch der öffentlichen Sachverständigen, namentlich aber zu Nutz und Frommen der heranwachsenden Techniker selbst, die Lehre von der Abwasserreinigung, von der Verhütung maassloser Verunreinigung unserer Gewässer in den staatlichen Bildungsanstalten ausreichende Pflege und Berücksichtigung erfahre durch Schaffung von Lehrstühlen, besonders an unseren technischen Hochschulen.

Das wäre das, was wir zu erstreben hätten im Sinne staatlicher Hülfe zum Schutz unserer Gewässer vor den gegenwärtigen und zukünftigen Unbilden, welche die Verunreinigung der Gewässer denjenigen Interessentengruppen bringt, welche ein Bedürfnis an reinem Wasser für ihre Zwecke haben.

Aber auch damit ist immer noch nicht das Erforderliche zu erreichen: manchen Abwässern gegenüber fehlt uns, trotz des beachtenswerten Schatzes gegenwärtig schon bekannter und erprobter Hülfsmittel, leider immer noch das wünschenswerte Können!

Wer soll uns dies Können vervollständigen und wie sollen wir lernen auch diesen Schwierigkeiten zu begegnen?

Wir haben oben als die hauptsächlichsten Interessenten an reinem Wasser kennen gelernt die Fischerei und die Landwirtschaft, die Hygiene und die Industrie.

Von diesen haben Fischerei und Landwirtschaft lediglich ein Interesse an reinem Wasser, ohne der Wasserwege zu bedürfen zur Abführung etwaiger Unratstoffe, während die Hygiene zwar reines Wasser will, aber doch aus gewissen ihr zwingend näher liegenden Interessen gelegentlich die Wasserwege in Anspruch nimmt als Abfuhrwege sonst nicht zu beseitigender Unratstoffe, wobei sie indes sorgsam bestrebt ist, den unvermeidlichen Schaden, den sie den Gewässern bringt, in ihrem eigensten Interesse auf das geringste Maass zu beschränken

Die Industrie allein denkt trotz ihres ebenfalls anerkannten Bedürfnisses an reinem Wasser gerade hieran zuletzt, für sie sind die Gewässer wesentlich die ihrer Ansicht nach unentbehrlichen Abfuhrwege für ihre Auswurfstoffe. Mögen die Abwärtsliegenden sehen, wie sie sich mit diesen Verunreinigungen abfinden.

Aber das immer dichter werdende Netz industrieller Betriebe an unseren Gewässern bringt von Tag zu Tag zunehmende Unbequemlichkeiten. Die Unterlieger leiden und — klagen und da unsere verschiedenen, wenn auch nicht ausreichenden Gesetze immerhin die übermässige Verunreinigung der Gewässer verbieten und die Uebertreter dieser gesetzlichen Vorschriften unter Strafe stellen, namentlich aber Entschädigungsklagen berücksichtigen, so befindet sich die abwasserliefernde Industrie gegenwärtig

in einer wenig beneidenswerten Lage, d. h. nicht die abwasserliefernde Industrie als solche, sondern vielmehr hunderte von einzelnen Arbeitsstätten! Jede dieser einzelnen Beklagten kämpft für ihr gutes Recht, sucht unter dem Drange der Verhältnisse sich zu helfen, so gut es eben geht, aber — keine hilft der anderen.

So giebt's gegenwärtig wohl nicht viele Zuckerfabriken, denen nicht gerichtliche Klage oder eine gerichtliche Entscheidung und in deren Folge schwere Entschädigungsansprüche drohen.

Es ist eigentlich beschämend für die deutsche Industrie, dass die Sorge um eine kräftige Begegnung der allseitigen Konkurrenz den Gedanken einer Solidarität, sei es auch nur innerhalb der einzelnen Industriegruppen, bisher so gar selten zum Ausdruck gebracht hat, besonders den allen gemeinsamen Unbilden der Wasserverunreinigung gegenüber. Da experimentiert jede Arbeitsstätte für sich allein, so gut oder so schlecht es eben gehen will. Selbst kostspielige Versuche bleiben nicht aus — unter dem Zwange der drohenden Verurteilung — aber dass nun eine Berufsgenossenschaft zusammenträte zu gemeinsamer Arbeit, zu gemeinsamem Studium zum Zweck einer gedeihlichen Verhütung der allen gemeinsamen Wasserverunreinigung, der jedem einzelnen drohenden Klagen mit all' ihren Widerwärtigkeiten und Kosten, davon ist recht selten die Rede.

Jeder einzelne Betrieb ist sorglos und der „reinsten Freude, der Schadenfreude“ nicht unzugänglich, bis auch ihn das Verhängnis erfasst.

Dies Verhängnis aber wird von Tag zu Tag drohender und besonders unter dem Drange der berechtigten Anforderungen der Hygiene beginnt auch die Staatsaufsicht mehr und mehr schärfer zu werden. Es ist die allerhöchste Zeit, dass die Gesamtindustrie lernt, die bisherige Wasserverunreinigung auf ein Mindestmaass zu beschränken!

Die Fischerei als die zunächst Beteiligte hat seit Jahren sich bemüht, allerdings im eigensten Interesse und dank der vielfach nicht berechtigten, weil unerfüllbaren Ansprüche der Gerichte — Vergl. S. 170 — die Grundlagen zu schaffen für die Möglichkeit eines Urteils über die Einflüsse der Bestandteile industrieller Abwässer auf das Leben der Fische. Es ist ein ganz besonderes Verdienst des Deutschen Fischerei-Vereins, schon vor fast einem Menschenalter diesen Fragen hervorragende Aufmerksamkeit gewidmet zu haben und thatsächlich stammt beinahe das gesamte Material, welches wir oben zur Beurteilung derartiger Fragen im Sinne einer Schädigung der Fischerei kennen gelernt haben, aus Anregungen des Deutschen Fischerei-Vereins oder sonstiger Freunde der Fischerei.

Vor Jahren schon richtete der Präsident des Deutschen Fischerei-Vereins an die Unterrichtsverwaltungen der deutschen Staaten, unter eingehender Motivirung, die Bitte um Berücksichtigung der Lehre von der Abwasserreinigung und der Verhütung der Verunreinigung der Gewässer an den ihrer Fürsorge unterstellten technischen Lehranstalten und Hochschulen, um dem Mangel an Sachverständigen zu steuern und die fehlende Sachkunde in diesen Fragen den jungen Technikern zu bringen, beziehungsweise den

zunehmenden Schädigungen der Fischerei vorzubeugen, — ohne einen nennenswerten Erfolg.

Auch die Arbeiten der wissenschaftlichen Kommission des Deutschen Fischerei-Vereins, welche diese Schrift wiedergiebt, sind dem Deutschen Fischerei-Verein hier gutzuschreiben.

Bereits Ende der 70er Jahre hat Verfasser im Interesse seiner Studien, zur Aufhellung der Schädlichkeitsfragen der Bestandteile der industriellen Abwässer für die Fischerei, auf die Notwendigkeit der Begründung von Arbeitsstätten zur Lösung solcher Fragen hingewiesen und auch die Freude gehabt, dass diesen Aufgaben im Interesse der Fischerei mehr und mehr nahe getreten wurde.

Die Landwirtschaft hat in mustergiltiger Weise die Schädlichkeit — und Nützlichkeit — der verschiedenen möglicherweise der Pflanzenwurzel nahe tretenden Bestandteile in ihren Einflüssen auf die Bodenbestandteile und die Pflanzenernährung in ihren Versuchsstationen geprüft.

Die Hygiene aber ist namentlich nach den Errungenschaften der modernen Bakteriologie eifrig bestrebt, Mittel und Wege zu finden, bezw. ihr entgegengebrachte zu prüfen auf ihren Wirkungswert zur Erreichuug ihrer Ziele.

Besonders haben wir nach dieser Richtung Herrn Geheimrat Dr. A. Schmidtmann, vortragendem Rat im preussischen Medizinal-Ministerium, zu danken.

In einem Rückblick auf den Stand der Städte-Assanierung im verflossenen Jahre*) berichtet derselbe über Bestrebungen einer wissenschaftlichen Kommission, bestehend aus Beamten des Instituts für Infektionskrankheiten, der Versuchsstationen der Landwirtschaftskammer und der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft sowie der biologischen Station des Deutschen Fischerei-Vereins, über geplante Untersuchungen an Gewässern der Umgegend von Berlin und dabei über teils ausgeführte, teils projektierte Versuche zur Wertbestimmung verschiedener Abwasserreinigungsverfahren und erkennt dabei dankend die Unterstützung an, welche der Kommission von Kommunen und Industriellen bei Ausführung dieser Studien zuteil wurde.

„Diese zeitgemässe Vereinigung der staatlichen und privaten Bestrebungen und Interessen, das geschaffene Zusammenwirken von Wissenschaft, Technik und Praxis verspricht eine erfolgreiche Arbeit und lässt vor unseren Augen ein Zukunftsbild erscheinen, wie die grossen volkswirtschaftlichen Fragen, die auf dem Gebiete der Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung noch offen sind, zweckmässig gelöst werden können. Die direkte Beteiligung der staatlichen Aufsichtsinstanzen an den vorliegenden dringenden Aufgaben durch zuverlässige Sachverständige hat der vielfach bestehenden Unsicherheit ein Ende gemacht und Anregung und Rückhalt zu zielbewusster redlicher Arbeit geboten und mit verhältnismässig geringen Opfern staatlicherseits erreicht, dass verhältnismässig grosse Mittel von den interessierten Kommunen und Industriellen in den Dienst der Sache gestellt sind.

---

*) A. Schmidtmann, Rückblick auf den Stand der Städte-Assanierung im verflossenen Jahre, insbesondere der Abwässerreinigung, und Ausblick in die voraussichtliche Weiterentwickelung. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin. XIX, 1900. Supplement pag. 296.

Bei dieser Gestaltung werden Rechte und Pflichten, Aufwendung und Gewinn, Rat und That nach Verhältnis der Interessen verteilt; dieselbe kann daher als eine gesunde angesehen werden, die den staatlichen und privaten Zwecken gleich förderlich ist und daher alle Beteiligten befriedigt. Man hat deshalb allen Grund, die Entwickelung zu sicheren und zu einer stetigen zu gestalten, um die vielversprechenden Blüten zur schönen Frucht ausreifen zu lassen. Dies kann erreicht werden durch Schaffung eines staatlichen Instituts, einer mit allen erforderlichen Mitteln ausgerüsteten Untersuchungs- und Prüfungsanstalt für die Zwecke der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung, an welche sich die Bestrebungen der privaten Kreise anlehnen und durch welche die Ergebnisse der Forschung, Beobachtung und Erfahrung gesammelt, nachgeprüft und alsdann der Allgemeinheit nutzbar gemacht werden. Solche Anstaltsgründung entspricht, wie die Vorgänge beweisen, einem erheblichen praktischen Bedürfnisse und liegt im allgemeinen Interesse. Man darf sich wohl der Hoffnung hingeben, dass auch an den entscheidenden Stellen die vielversprechenden volkswirtschaftlichen und hygienischen Ziele und der in diesen Richtungen zu erwartende Nutzen gewürdigt und dass die erforderlichen Mittel bereit gestellt werden".

Herr Geheimrat Schmidtmann tritt hier direkt für ein zu begründendes Staatsinstitut ein, allerdings unter Hinweis auf die von Privaten und Kommunen der unter seinem Vorsitz arbeitenden Kommission bisher gewährten werkthätigen Unterstützungen. Ob Herr Geheimrat Schmidtmann bei Darlegung dieses Planes im Hinblick auf die bisher erreichte gemeinsame Arbeit und die Willfährigkeit von Privaten und Kommunen auch ausreichend gedacht hat seiner eigenen Person, seiner entgegenkommenden Liebenswürdigkeit und der zwingenden Beredsamkeit, welche hier unterstützt wird durch das ersichtliche Interesse, Abhülfe zu schaffen zum eigensten Vorteil der Angerufenen? Wir glauben das nicht und fürchten vielmehr, dass hier ein allzu subjektiver Erfolg vorliegt dank der Stellung und der gewinnenden Persönlichkeit Schmidtmanns. Ein Staatsinstitut in Berlin würde überdies doch für ganz Deutschland oder selbst für Preussen nicht ausreichen.

Wir möchten diesem Plan gegenüber, dessen Realisierung im Uebrigen doch wohl trotz der machtvollen Unterstützung durch Herrn Geheimrat Schmidtmann noch in weiter Ferne liegen dürfte, entgegenhalten, was derselbe geschätzte Verfasser zwei Jahre früher*) aussprach, nachdem er den Mangel an Sachverständigen, den wir gerügt, anerkannt und in Frage gestellt hatte, ob diesem Mangel auf dem von uns befürworteten Wege*), der Schaffung von Lehrkanzeln für die Lehre von der Abwasserreinigung ausreichend abgeholfen werden könne, namentlich auch nach Richtung der Förderung unserer Erkenntnis innerhalb dieses grossen und wichtigen Wissensgebietes!

*) A. Schmidtmann, Ueber den gegenwärtigen Stand der Städtekanalisation und Abwasserreinigung. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medizin. XVI, 1898. Supplem. pag. 31.

*) Zeitschrift für Fischerei 1893: Warum nimmt die Verunreinigung unserer Wasserläufe und die Entvölkerung unserer Fischgewässer in so erschreckendem Maasse zu.

„Lehrer und Lehre müssten vorher aus dem engen Rahmen traditioneller Wissenschaft herausgehoben und mit dem praktischen Leben, mit den in rastloser Entwickelung begriffenen technischen Wissenschaften in lebendige Verbindung gebracht und hier den Lehrern ein Feld des Experiments und der Erfahrung für ihre Fortbildung und fruchtbringende Thätigkeit geboten werden, was das Bücherstudium und Stubenexperiment bei dem meist schmal bemessenen Etat der Institute nicht zu leisten vermag.

Wie dem auch sei, der vorstehend bezeichnete Weg" — d. h. jener lediglich staatlicher Hülfe — „ist jedenfalls ein langer, das Bedürfnis jedoch zur Ausfüllung der aufgedeckten Lücke ist ein dringendes, ich möchte sagen augenblickliches. Dasselbe zu befriedigen sind diejenigen an erster Stelle berufen, die vornehmlich ein Interesse an dem wissenschaftlichen Ausbau der Abwässerreinigung haben: die Aktiengesellschaften für Städtereinigung und -Kanalisation, die grossen Industrien, die Kommunalverwaltungen u. s. w. Eine aus gemeinsamen Mitteln nach dem Vorbild des Vereins „Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei" gegründete centrale Versuchs-Anstalt würde den Interessen aller Beteiligten dienen können und die hierfür aufgewendeten Mittel würden einen Gewinn für die Sache und den einzelnen Teilhaber in erreichbare Nähe rücken, zumal eine Bestreitung der Unterhaltungskosten aus den Gebühren der im Auftrage von Interessenten auszuführenden Untersuchungen, wie sie u. A. durch die Forderung der Aufsichtsbehörde an den Reinheitsgrad für die Abwässer dauernd notwendig werden, nicht ausgeschlossen erscheint. Eine Verbindung mit den staatlichen Behörden erachte ich dabei als selbstverständlich; welcher Art dieselbe sein soll, kann der Entwickelung vorbehalten bleiben. Jedenfalls ist die Erwartung berechtigt, dass die Staatsbehörden einem derartigen privaten Vorgehen ein wohlwollendes Entgegenkommen zeigen werden, denn auch diese haben ein lebhaftes Interesse, durch die Wissenschaft bei der schwierigen gesetzlichen Behandlung der Flussverunreinigung unterstützt zu werden".

Herr Geheimrath Schmidtmann weist hier auf den Weg hin, welchen wir seit Jahren in Vorträgen und Veröffentlichungen vertreten haben, weil er uns, vertraut mit Organisation und Leistungen der landwirtschaftlichen Versuchsstationen, als der aussichtsvollste und erfolgversprechendste erschien, auf den Weg der

Selbsthülfe, welchen die Industrie in ihrem eigensten Interesse und zu Nutz und Frommen der anderen an dem Bedürfnis nach reinem Wasser beteiligten Faktoren betreten sollte.

Ein Staatsinstitut beziehungsweise dessen Leiter ist naturgemäss einem irgendwo in einem Privatbetriebe ausgebrochenen Unfall gegenüber nicht beweglich genug. Selbst wenn es dazu bestimmt wäre, Privaten Hülfe angedeihen zu lassen, so ist immer der Instanzenzug einzuhalten, es können Erwägungen am grünen Tisch nicht ausbleiben darüber, ob Hülfe zu gewähren ist oder nicht, hierüber vergeht Zeit, während Eile Not thut!

Die grossen Erfolge der landwirtschaftlichen Versuchsstationen wären kaum errungen worden, wenn das landwirtschaftliche Versuchswesen durch-

aus in der Hand des Staates gelegen hätte. Wir verkennen keineswegs die Verdienste, welche sich die staatlichen Versuchsstationen in treuer Arbeit, in sorgsamer Erforschung wissenschaftlich wichtiger Fragen erworben, aber die glänzendsten Erfolge liegen doch auf Seiten der Versuchsstationen der landwirtschaftlichen Vereine, deren Vorsteher, getragen von dem Vertrauen ihrer Kuratorien und gefördert durch die opferbereite Hülfe der landwirtschaftlichen Praxis ihres Gebietes, die letzteren Beziehungen jederzeit auszunützen vermochten. Gerade dieser fast schrankenlosen Verbindung zwischen Wissenschaft und Praxis verdanken ihre Leiter die grossen Erfolge ihrer Thätigkeit wie z. B. die Namen Paul Wagner, Max Märker und Max Delbrück beweisen.

In diesem Sinne müsste sich die Industrie Arbeitsstätten beschaffen, nicht nur, wie das bei einzelnen industriellen Gruppen bereits geschehen, zur Förderung der eigentlichen Fabrikationsbetriebe, sondern ganz speziell im Sinne eines Kampfes gegen die Unbilden der Wasserverunreinigung im eigensten Interesse der Industrie und — der Allgemeinheit!

Ob dabei, wie Geheimrat Schmidtmann will, „eine Verbindung mit der staatlichen Behörde" anzustreben wäre, lassen wir dahingestellt. Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft mit den allgemein anerkannten Erfolgen ihrer Thätigkeit hat den Beweis erbracht, dass auch ohne eine solche Verbindung Segensreiches geleistet werden kann. Dankenswert ist jedenfalls anzuerkennen das in Aussicht gestellte unerlässliche Wohlwollen der Staatsbehörden.

Fragen wir, was die Industrie bisher nach dieser Richtung geleistet im Vergleich mit Fischerei, Landwirtschaft und Hygiene, so fällt dieser Vergleich recht kläglich aus.

Es darf zwar nicht unerwähnt bleiben, dass einzelne industrielle Gruppen geradeso wie Fischerei und Landwirtschaft, den Weg der Stiftung hoher Preise für die Lösung dringender Aufgaben auch in unserem Interesse erfolgreich betreten haben, so die Papierindustrie zum Zweck einer Unschädlichmachung ihrer Abwässer, die Zuckerindustrie für Konservierung ihrer Schnitzel, die uns indirekt auch zugute kommt, aber von einer Reihe derartiger Fälle abgesehen, ist unseres Wissens niemals ernsthaft der Gedanke eines Versuches zu radikaler Abhülfe durch Schaffung wissenschaftlicher Arbeitsstätten, denen die praktische Erledigung der überaus vielseitigen hier in Betracht kommenden Fragen obläge, ausgesprochen worden.

Ein Weiteres zur Vermeidung der schädlichen Folgen ihrer Effluvien liegt eigentlich nicht vor. Die Industrie als Gesamtheit hat sich bisher um diese Fragen garnicht gekümmert, die einzelnen Gruppen recht wenig und die einzelnen Industriellen recht viel — d. h. nach Richtung des Kostenpunktes.

Recht viel Geld haben einzelne Arbeitsstätten aufwenden müssen, berechtigten und unberechtigten Ansprüchen gegenüber, ohne dass wir doch dadurch wesentlich weiter gekommen wären.

Es ist überall auf eigene Faust gewurstelt worden, leider meist mit dem denkbar geringsten Anteil zielbewusster Arbeit, wie das besonders

die „Rezepte" zur chemischen Reinigung beweisen, über deren wissenschaftlichen und praktischen Wert wir uns bereits auf Seite 197 eingehend ausgesprochen haben.

Sehen wir einmal zu, wie sich gegenwärtig eine solche Frage abspielt:

In irgend einer Fabrik war bisher so gut wie gar keine Fürsorge getroffen zur Reinigung der Abwässer, da findet ein Fischsterben statt, die gewöhnliche Reaktion, — vorausgesetzt, dass unterhalb der Einläufe der Fabrik überhaupt noch Fische leben —, oder es droht von einer unterhalb liegenden Industrie eine Klage wegen allzustarker Wasserverunreinigung. Der Gewerbeaufsichtsbeamte bringt die Sache dem Fabrikherrn gegenüber zur Sprache und dieser, natürlich bereits von dem Unheil unterrichtet, ist zur Abhülfe bereit, aber — was machen wir nun?

Der aufsichtführende Beamte kann ebensowenig gehalten sein, hier einen Rat zu erteilen, selbst wenn er in der Lage ist einen Ausweg zu wissen, wie unseres Erachtens es als Aufgabe des Staates angesehen werden darf, die Einführung eines bestimmten Verfahrens zu verlangen oder selbst zu empfehlen. Die Behörde kann wohl die Verunreinigung der Gewässer verbieten, aber wie das zu erreichen ist, das muss Aufgabe der einzelnen Industriellen bleiben. Wäre es anders, so übernähme der Staat oder sein aufsichtführendes Organ eine schwerwiegende Verantwortung für die Güte des betreffenden Verfahrens und eine solche dürfte in unserer rasch lebenden Zeit, gegenüber den täglichen unaufhaltsamen Fortschritten in Wissenschaft und Praxis, doch ihr sehr Bedenkliches haben.

Nehmen wir also an, irgend Jemand empfiehlt eine Maassregel, vielleicht ein Verfahren oder auch einen Sachverständigen, der Rat schaffen soll.

War es ein guter Rat, um so besser — hilft er nicht völlig, nun so wurde es doch etwas besser, wenn auch die Besserung vielleicht ausser Verhältnis steht zu den aufgewendeten Kosten. Die Aufsicht ist befriedigt und der Industrielle auch, bis eine Wiederholung des Unfalls zu neuen Versuchen und zu mehr oder minder kostspieligen Einrichtungen zwingt.

Oder — irgend einem Verfahren wird nachgerühmt, dass es Abhülfe schaffen könne, dasselbe ist sogar vielleicht patentiert, ein Umstand mehr zum Beweise seiner Vortrefflichkeit.

Die Behörde, die gerichtliche Entscheidung oder der Unterlieger drängen, der Industrielle sieht Scherereien und Kosten vor Augen, da kommt der „Erfinder", verspricht Abhülfe ohne sie, leider, wirklich bringen zu können.

Der Industrielle, selbst ohne genügende Kenntnis von dem Erstrebenswerten und Erreichbaren, greift zu: die Anlage wird hergestellt, wie sich später ergiebt, nutzlos, und das verausgabte Kapital ist verloren.

Kommen solche Zufälle, wie wir sie eben geschildert, auch wesentlich bei der Kleinindustrie vor, der es an ausreichend gebildeten Betriebsleitern fehlt, bei denen es sich dann auch um relativ geringe Opfer handelt, so sind uns doch auch bei der Grossindustrie trotz der dort arbeitenden Chemiker oder diplomirten Techniker Fälle bekannt geworden mit Aufwendungen von 50000 M. und mehr für Abwasserreinigungsanlagen oder besondere Ver-

fahren, ohne dass damit das gewünschte Ziel erreicht worden wäre — obgleich mit geringeren Kosten ausreichendere Abhülfe sich hätte schaffen lassen.

Wir sind gewohnt, der deutschen Industrie von aller Welt her nachrühmen zu hören die treue Zuverlässigkeit ihrer Arbeit, nachdem der Misston, den seiner Zeit das „Billig und schlecht“ auf ihre Erzeugnisse geworfen, längst verklungen ist, nachdem das „Made in Germany“ zum Ehrentitel deutscher Erzeugnisse geworden. Aber den Abwasserreinigungsverfahren gegenüber gilt F. Reuleaux Wort noch immer. Wenn es nur recht billig ist, dann ist es gerade gut genug.

War das Verfahren aber wirklich gut, hülfreich und brauchbar, dann geht es, wenn die Aufsicht fehlt, nicht selten in seinen Erfolgen zurück, denn — man spart und knausert an den erforderlichen Reinigungsmaterialien, und schliesslich wird auf diesem Wege manches gute Verfahren diskreditiert.

Es fehlt bei all' diesen Bemühungen nur zu häufig der rechte Ernst, das Gefühl der Verantwortung unseren schönen Gewässern gegenüber.

Gern wollen wir zugeben, dass das obige harte Urteil nicht überall zutrifft, dass mancher Industrielle, selbst ohne zwingende Umstände, den Wunsch hegt, den Unbilden zu steuern, die er notgedrungen unseren Gewässern bringt, dass er selbst zu Opfern bereit ist zur Erreichung dieses Zieles, aber — das gewünschte Ziel ist eben doch beim besten Willen gegenwärtig ohne Weiteres nicht immer erreichbar.

Es müsste eben als Pflicht der Industrie allgemeiner als das jetzt leider der Fall ist, empfunden werden, im eigensten Interesse nach Abhülfe zu suchen.

Das lässt sich indes nicht wohl anders erreichen, als durch Schaffung eigener im Solde der Gesammtindustrie oder allenfalls in jenem einzelner Gruppen stehender Versuchsstationen, welche in sorgsamer Arbeit die Fülle der aufzuhellenden Fragen zu bearbeiten trachteten.

Man könnte einwenden, dass wir oben als Aufgabe des Staates die Schaffung solcher Arbeitsstätten bezeichnet haben, als notwendige Hülfen der Lehrer, welche über diese Fragen zu lehren berufen würden.

Abgesehen davon, dass wir zufrieden sein wollen, wenn der Staat uns vorerst Lehrer gewinnt — vielleicht im Nebenamt — die nur dem dringendsten Bedürfnis Rechnung tragen, so würden uns rein akademische Arbeitsstätten allein doch nicht helfen — vergleiche was Schmidtmann oben sagt, S. 263 — abgesehen davon, dass wir wohl noch Jahrzehnte auf wirklich ausreichend dotirte Institute warten könnten, ausreichend versehen mit den erforderlichen Bedingungen zur Anstellung von Versuchen, die ihren praktischen Aufgaben gewachsen erschienen.

Man könnte sich eine solche Anstalt denken als Eigentum eines zu ihrer Begründung zusammentretenden Vereins, dessen Mitglieder in erster Linie ein Anrecht auf die guten Dienste der Anstalt haben würden. Die eigentlichen wissenschaftlichen Untersuchungen wären in der mit den nötigen Hülfsarbeitern aus den verschiedenen dabei in Frage kommenden Sonderzweigen wissenschaftlicher Forschung ausgestatteten Anstalt in deren Laboratorien auszuführen, soweit nicht an Ort und Stelle schon orientierende Versuche und Bestimmungen sich als erforderlich erweisen würden.

Je nach den Bedürfnissen der einzelnen Gewerbegruppen könnten Zweiginstitute begründet werden, welche indes in engster Fühlung mit der Hauptanstalt verbleiben müssten, um deren auch in anderen Gewerben gemachte Erfahrungen mit den eigenen allgemein nutzbringend austauschen zu können. Es wäre nach einheitlichem Plane zu arbeiten, um doppelte Arbeit thunlichst zu vermeiden.

Mit einer ausreichenden Bibliothek versehen, müssten die betreffenden Sonderbeobachtungen gesammelt und verarbeitet werden, um entweder in einem neu zu begründenden Organ oder in einer ähnlichen Zielen dienenden Zeitschrift veröffentlicht zu werden. Vielleicht wäre es auch möglich, einen Schatz zu erschliessen und unseren Zielen nutzbar und zugänglich zu machen, welcher gegenwärtig ohne Nutzen für die Allgemeinheit in den Akten der Gerichte schlummert: wir meinen die gerichtlichen Gutachten.

Dieselben sind z. Z. fast völlig unzugänglich, und doch welche Fülle geistiger und experimenteller Arbeit erster Gelehrten liegt in ihnen vergraben. Sollte es nicht möglich sein, vielleicht nach Erledigung der betreffenden Prozesse, von den Errungenschaften welche diese Gutachten auf unseren Gebieten einschliessen, Kenntnis zu erhalten und Kenntnis geben zu dürfen im Interesse der Allgemeinheit?

Warum sollten einem vertrauenswerten Verein diese Quellen nicht erschlossen werden können wenn er zur Erreichung dieses Zieles die richtigen Wege einschlägt? Kann aber mit der Möglichkeit einer Publikation gerechnet werden, dann würden auch manche Gutachten in Zukunft besser, objektiver ausfallen, als das gegenwärtig wohl hier und da der Fall ist.*)

Natürlich bedürfte es nicht notwendig der Begründung eines besonderen Vereins; eine der bestehenden grossen industriellen Vereinigungen könnte sehr wohl diese Frage in die Hand nehmen, um sie zu fördern und bei geeigneter Organisation in die richtigen Wege zu leiten.

Um Hilfe angegangen, müsste eine solche Anstalt in der Lage sein, unverzüglich einen ihrer sachkundigen Beamten an Ort und Stelle zu entsenden, um dort Kenntnis zu nehmen von den obwaltenden Verhältnissen und dann, gestützt auf die Ergebnisse der erforderlichen Versuche und Untersuchungen, die Pläne für eine ausgiebige Besserung ausarbeiten.

Neue Vorschläge oder Verfahren müssten objektiv und streng wissen-

---

*) Weit davon entfernt, hiermit etwa einem Misstrauen gegen eidliche Gutachten Ausdruck geben zu wollen, so hat doch eine der Oeffentlichkeit oder besser öffentlicher Verantwortung verschlossene Meinungsäusserung, namentlich wenn die von den Gerichten gewöhnlich gewünschte Bestimmtheit des Ausdruckes dazukommt, eine grosse Gefahr im Gefolge, deren sich der Sachverständige vielleicht garnicht bewusst wird.

Mein Sachverständiger sagt so und der andere so!

Das hört man oft in den Gerichtsverhandlungen! Unser Sachverständigenwesen vor Gericht hat sich mehr und mehr den Ansprüchen der Verteidiger angeschmiegt und die Sachverständigen sind nicht selten bestrebt, mehr als für die Objektivität ihrer Bekundungen gut ist, ihrer Partei zu helfen. Es will uns bedünken, dass uns Gutachten aktenmässig zu Gesicht gekommen, aus der Feder anerkannter Gelehrten, die das Gefühl aufkommen liessen, diesen oder jenen Satz würde der Betreffende in dieser Form vor der Oeffentlichkeit nicht gebraucht haben, hier würde er objektiver geblieben sein und weniger bestrebt den Bahnen der Verteidiger zu folgen.

schaftlich geprüft werden, um ihren Werth oder Unwerth sicher ermessen zu können und endlich auch wären, wo derartige Inanspruchnahmen fehlen, sogar ex officio die Abwässer schädigender Gewerbebetriebe in Arbeit zu nehmen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass eine jede Gewerbegruppe, wie auch jede industrielle Arbeitsstätte sich den Wünschen der Anstalt öffnen würde, dass sie auch bereit sein würde, dem wirklich sachverständigen Rat gegenüber Aufwendungen zu machen zum Zweck der Abhülfe der von ihr etwa bewirkten Schäden. Nicht minder dürfen wir darauf rechnen, dass Firmen, welche gegenwärtig schon sich der Anfertigung von Reinigungsapparaten etc. widmen, im eigensten Interesse bereit sein werden, fördernd mitzuhelfen.

Einer solchen Anstalt und ihren Beamten würde es bei redlicher Arbeit an dem erforderlichen Vertrauen auch seitens der Behörden nicht fehlen. An diesem Vertrauen gerade den Behörden gegenüber mangelts den Beamten der Fabriken, wie auch nicht beamteten Chemikern, gegenwärtig ziemlich allgemein; der Staatsbeamte darf ohne weiteres auf eine höhere Autorität rechnen. Auch hier könnte ein solches Institut und seine Arbeit Wandel schaffen. Behördliches Misstrauen ist leider zur Zeit noch manchmal ebenso berechtigt wie die höhere Autorität der Staatsbeamten gelegentlich unberechtigt!

Die Geldfrage, welche für den Staat vorerst wesentlich ins Gewicht fallen würde, kann der mächtigen Industrie gegenüber keine nennenswerte Rolle spielen, um so weniger, als eine solche Anstalt bald in die Lage kommen würde, sich im Wesentlichen selbst zu erhalten aus den Erträgen ihrer Arbeit, wie wir dies an manchen landwirtschaftlichen Versuchsstationen gesehen haben, welchen jetzt in prächtigen, wenigstens zum Teil durch den eigenen Verdienst erworbenen Palästen arbeiten. Man braucht die Anstalt ja nicht lediglich zu beschränken auf ihre Hauptaufgaben, sondern könnte — den Mitgliedern des Vereins gegenüber — zu billigen Sätzen weitere analytische Arbeiten, wie Brauch- und Kesselspeisewasseruntersuchungen, Heizwertbestimmungen der Brennmaterialien und Anderes mehr hinzunehmen zur stärkeren Sicherung der eigenen Existenz.

Im Wege der Selbstbesteuerung der Industrie, vielleicht nach Maassgabe des Wasserbedürfnisses, der Arbeiterzahl und der Anzahl der Pferdekräfte als Faktoren der Besteuerung, würden sich die erforderlichen, allerdings für den Anfang nicht unbeträchtlichen Mittel leicht aufbringen lassen ohne jede nennenswerte Bedrückung des einzelnen Gewerbes und doch zu jedes einzelnen Vorteil.

Ein solches Institut müsste am Sitz einer unserer technischen Hochschulen, und durch ihren Leiter mit dieser in Verbindung, als Centrale gedacht werden, von welcher wenn irgend möglich Rat und Hülfe in den Fragen der Abwasserreinigung geholt oder beschafft werden könnte.

So würden wir, wenn auch immerhin jeweils nur nach mühevoller und zeitraubender Arbeit die einzelnen Probleme einer gedeihlichen Lösung entgegenzuführen vermögen.

Das wäre die **Selbsthülfe**, die uns not thut! In erster Linie zu Nutz und Frommen der I n d u s t r i e, nicht zuletzt zu G u n s t e n d e r F i s c h e r e i i n u n s e r e n ö f f e n t l i c h e n G e w ä s s e r n.

———

Sachregister.

Abkürzungen: A. = Analyse bezw. analytisch gewonnene Zahl. Abb. = Abbildung. Abw. = Abwasser. Best. = chemische Bestimmung. f. F. = für Fische.

B.

C.

D.

G.

H.

J.

I.

K.

N.

O.

P.

Q.

T.

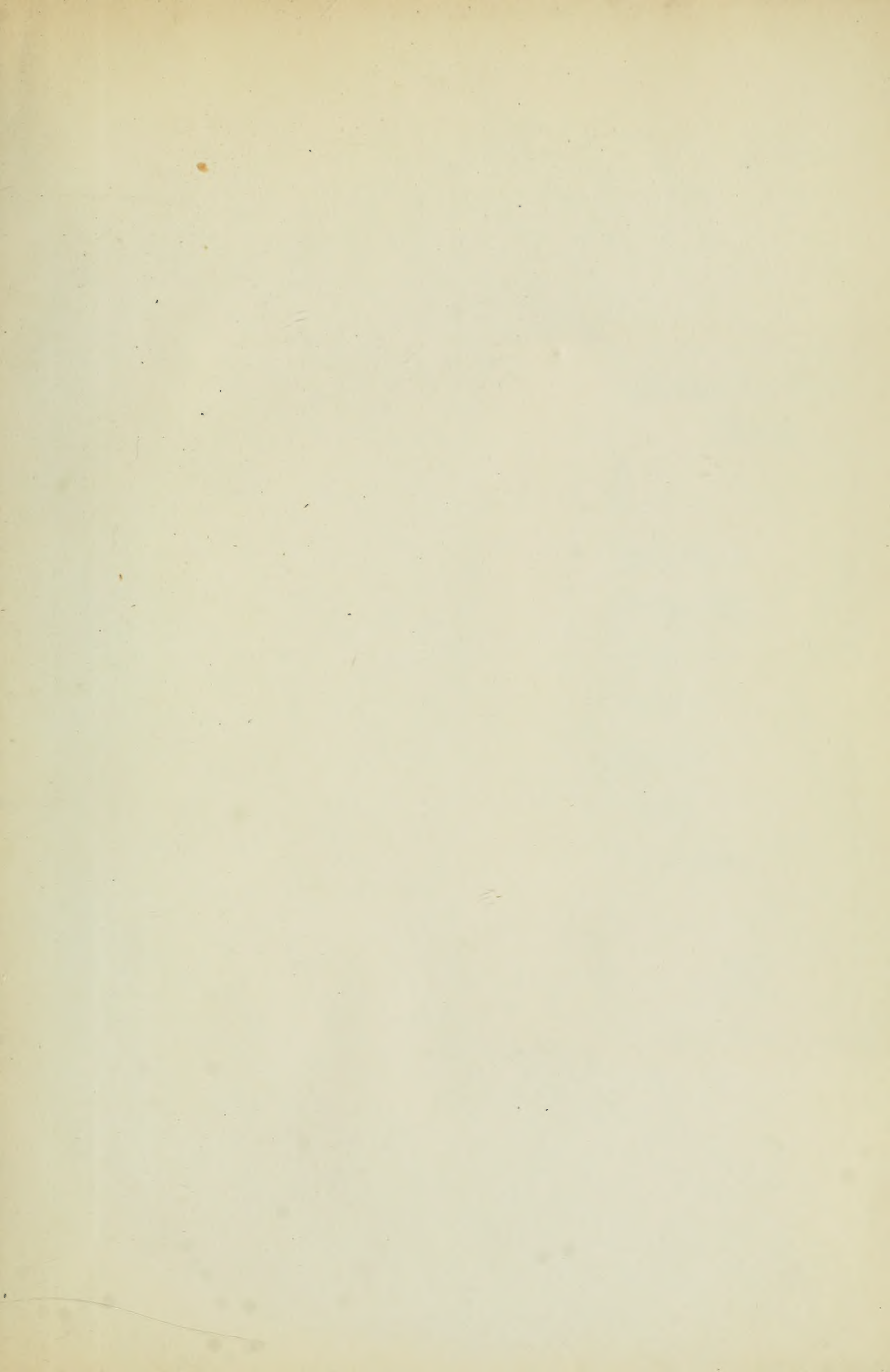
U.

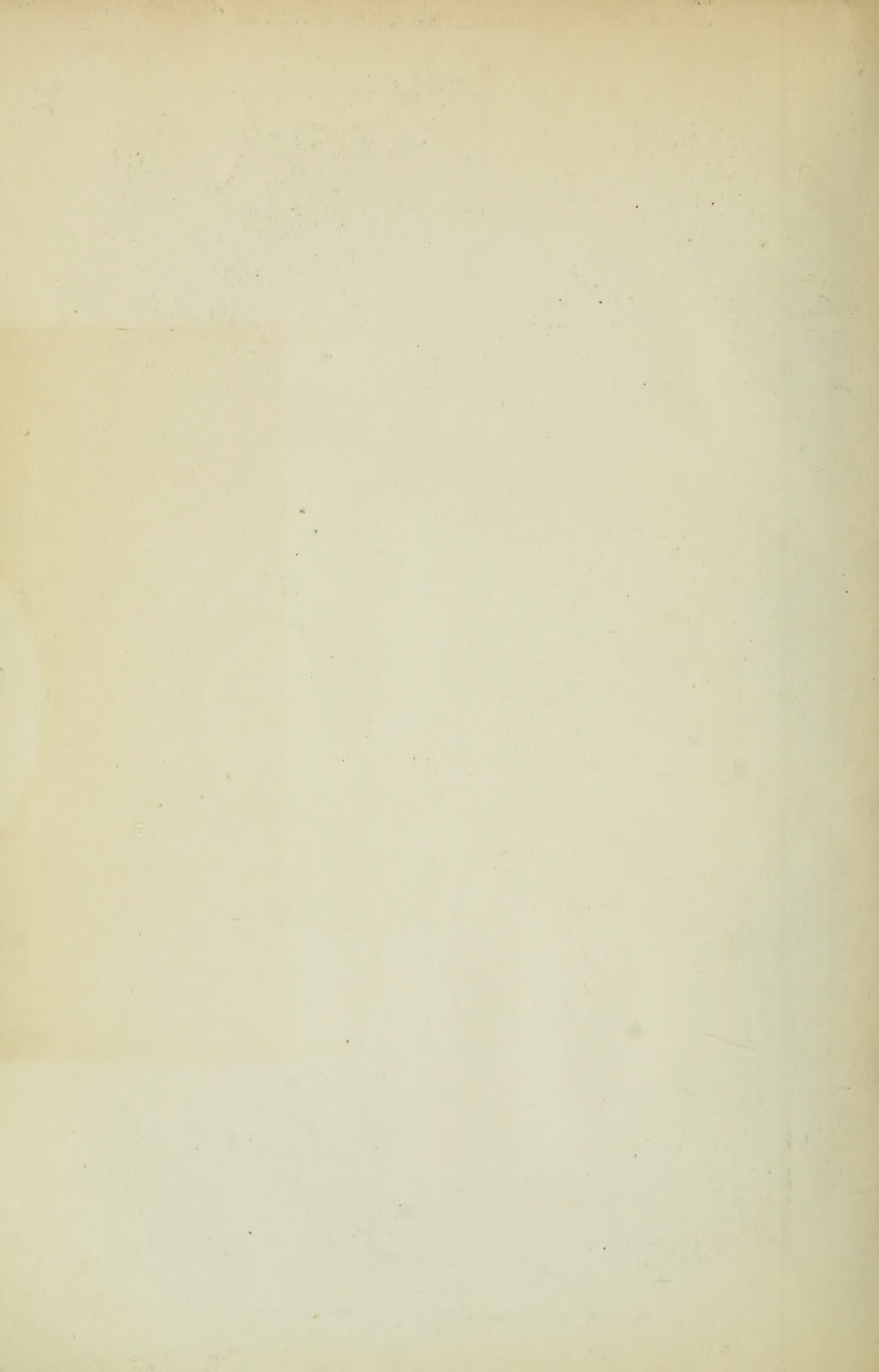
V.

W.

Z.








UTL AT DOWNSVIEW
D RANGE BAY SHLF POS ITEM C
39 10 15 18 08 017 2